



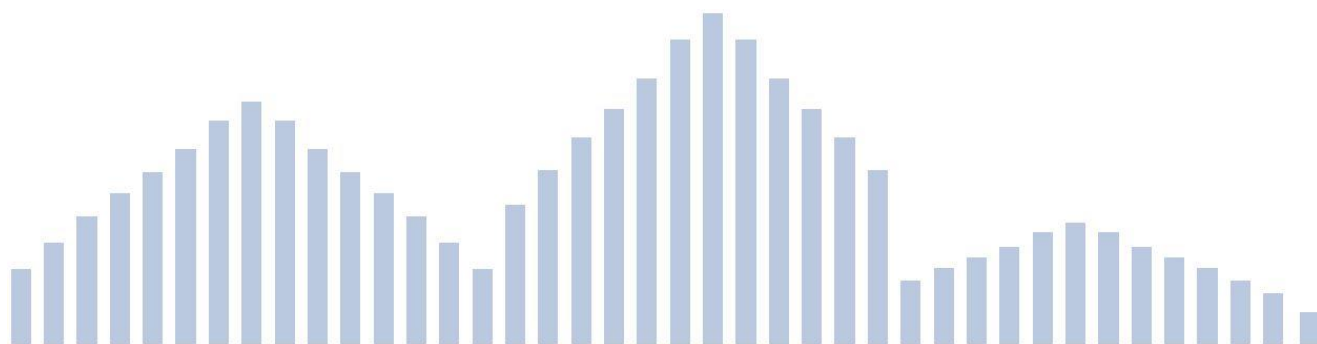
Interreg



UNIONE EUROPEA

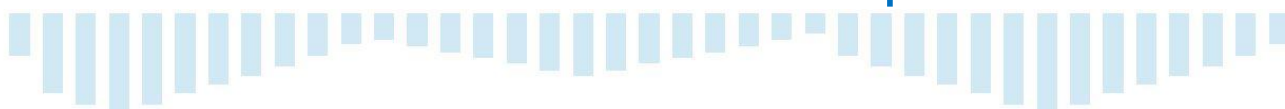
MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



LOT2_Commune de Collobrières

Expérimentation en vue de mesurer
l'impact de l'exploitation
forestière et l'impact des travaux de
génie écologique sur le
ruissellement des eaux superficielles.



Agence Territoriale Alpes-Maritimes/Var
Bureau d'Etudes Côte d'Azur
101 Chemin de San Peyre - 83220 LE
PRADET

Sommaire

Introduction	3
Objectifs et méthodologie	4
I. RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE	4
I.1. Rappel du suivi du ruissellement - IRSTEa (Lot1)	4
I.2. Rappel des missions dévolues au titulaire du lot 2 (ONF)	5
II. METHODOLOGIE ET PRINCIPALES ETAPES DU PROJET (LOT 2)	6
II.1. Rappel de la méthodologie	6
II.2. Principales étapes de l'étude	6
II.3. Limites de l'étude	6
Définition de l'itinéraire technique	8
I. CHOIX ET DESCRIPTION DU SITE ETUDIE	8
I.1. Choix du site	8
I.2. Présentation des bassins versants étudiés	8
I.3. Présentation de la coupe forestière proposée (ONF-Lot 2)	12
II. BIBLIOGRAPHIE ET CONNAISSANCES SUR LE SUJET	14
II.1. Effet des coupes de bois sur le ruissellement de surface et/ou l'érosion	14
II.2. Effet du tassement des sols forestiers sur les ruissellements de surface	15
II.3. Incidence de la couverture végétale méditerranéenne sur l'hydrologie de crue	16
II.4. Mise en place d'une exploitation forestière respectueuse des sols	16
III. ITINERAIRES SYLVICOLES	17
III.1. Itinéraires envisagés	17
III.2. Itinéraire sylvicole retenu	17
III.3. Prise en compte de l'environnement	21
III.4. Prise en compte du paysage et de la fréquentation	22
III.5. Gestion des rémanents et risque incendie	22
Analyse et synthèse des résultats	25
I. REALISATION ET BILAN DE COUPE	25
II. ANALYSE DES RESULTATS	28
II.1. Analyse des impacts sur le ruissellement et le risque d'inondation - Intégration des résultats avec ceux du lot1 (IRSTEa)	28
II.2. Analyse d'un point de vue technique	29
II.3. Analyse d'un point de vue économique	30
II.4. Analyse d'un point de vue environnemental et paysager	31
III. ENSEIGNEMENTS ET PERSPECTIVES DE TRANSPOSITION	33
III.1. Principaux enseignements	33
III.2. Recommandations pour la transposition à d'autres territoires	33
Reportage photographique	34
Bibliographie consultée dans le cadre du projet	44
Suivi hydrologique – IRSTEa – octobre 2019	48

Introduction

Le projet ADAPT, porté par l'ANCI Toscane et 13 autres partenaires, parmi lesquels le Département du Var, a pour objectif de développer un plan d'action transfrontalier pour favoriser la prévention et la résilience des territoires urbains face aux risques liés au changement climatique, et notamment les risques d'inondation.

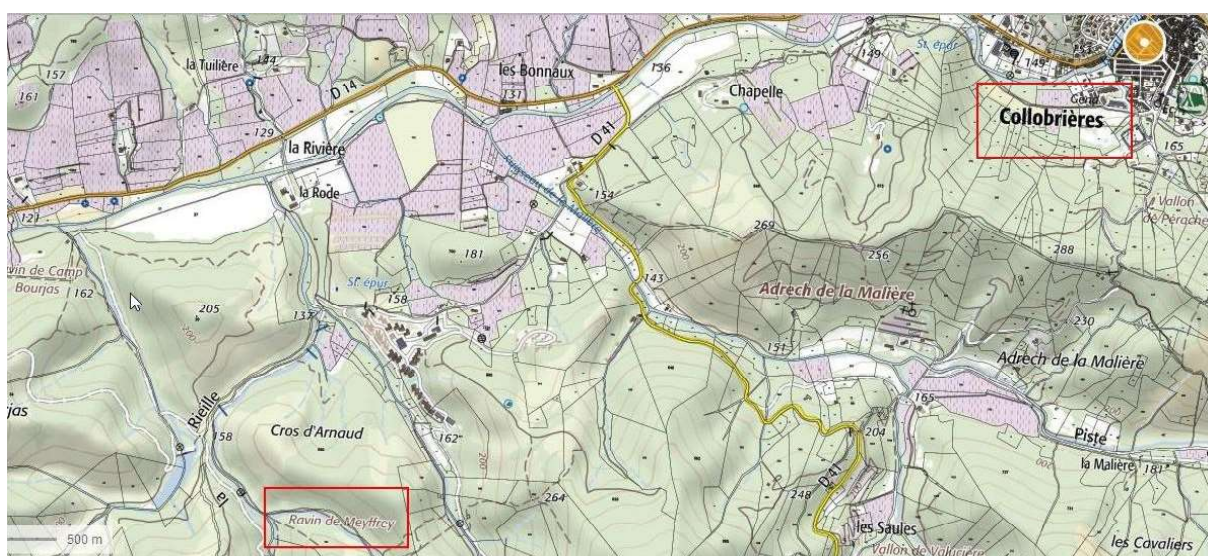
Pour atteindre cet objectif, les partenaires mettent en œuvre des actions d'amélioration des connaissances, de promotion de mesures reconnues efficaces pour la prévention des risques, et d'expérimentations pilotes sur des solutions innovantes.

Dans ce cadre, le Département du Var et ses partenaires souhaitent tester des modes de gestion forestière permettant d'améliorer la régulation du cycle de l'eau au niveau de bassins versants, et ainsi de diminuer les risques d'inondation en aval.

Ainsi a été décidé de mettre en œuvre une expérimentation en forêt communale de Collobrières (Var). L'objectif du suivi sur les vallons de Fé et de Meyffrey est de **mesurer l'impact de l'exploitation forestière et l'impact des travaux de génie écologique** sur la réduction du ruissellement.

Cette expérimentation se divise en deux lots aux missions distinctes mais complémentaires :

- Le lot 1 : définition, équipement et suivi hydraulique d'un site pilote et d'un site témoin attribué à l'IRSTEA
- Le lot 2 : attribué à l'ONF, objet du présent rapport : mesurer l'effet d'une coupe de bois réalisée sur la partie aval des deux bassins versants juste en amont des mesures de débit. La coupe de bois a fait l'objet de mesures de limitation du ruissellement qui ont été définies préalablement.



Objectifs et méthodologie

I. RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE

I.1. Rappel du suivi du ruissellement - IRSTEA (Lot1)

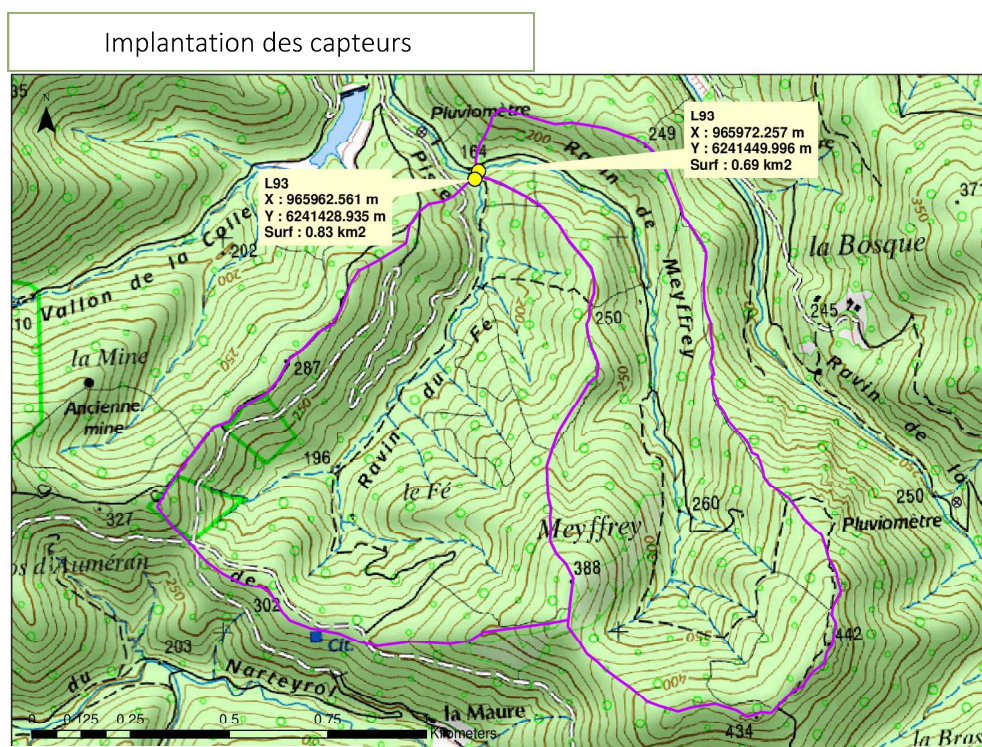
Lot 1 : définition, équipement et suivi hydraulique d'un site pilote et d'un site témoin

Le territoire de Collobrières fait partie du bassin d'observation du Réal Collobrier, géré par l'IRSTEA d'Aix en Provence depuis maintenant 50 ans. Ce site présente des enjeux réels en matière de régulation du cycle de l'eau en amont dans le bassin versant du Réal Collobrier - ce cours d'eau à régime torrentiel présente des risques réels pour l'aval.

Situé dans le massif des Maures (Var), ce site est équipé de nombreux instruments de mesures hydro-climatique, en particulier des pluviographes et des limnigraphes répartis sur une superficie de 70km² et qui fournissent en continu des relevés de pluie et de hauteur d'eau dans la rivière Réal Collobrier depuis 1967.

Afin de mener à bien l'expérimentation, l'IRSTEA a implanté deux capteurs en base de versant. La pose de ces capteurs s'est faite préalablement à l'exploitation et ce afin qu'ils puissent capter toute variation dans l'écoulement des eaux de ruissellement juste après la coupe.

Ce suivi est prévu jusqu'en 31/10/2019.



(source : IRSTEA, 14/12/2018)

I.2. Rappel des missions dévolues au titulaire du lot 2 (ONF)

L'objectif de l'étude est de mesurer l'effet d'une coupe de bois réalisée sur la partie aval des deux bassins versants juste en amont des mesures de débit. La coupe de bois a fait l'objet de mesures de limitation du ruissellement qui ont été définies préalablement.

Rappel des missions initiales

- Identifier les itinéraires sylvicoles, techniques d'exploitation et travaux de génie écologique permettant de favoriser la régulation du cycle de l'eau et notamment l'infiltration dans les sols – en s'appuyant sur l'expérience du site principal du Pradet.
- Piloter la mise en œuvre de ces choix techniques en accompagnant et encadrant les entreprises réalisant les travaux d'exploitation et post-exploitation.
- Analyser et interpréter les résultats de cette expérimentation, en comparant le site pilote et le site témoin sans exploitation, au regard de tous les enjeux de l'exploitation : atténuation de l'aléa inondation, mais aussi économie, environnement, paysage, reproductibilité des techniques testées.
- Assurer la coordination du projet : validation participative des choix par les partenaires (maître d'ouvrage, titulaire du Lot 1 et autres parties prenantes), communication régulière, partage des résultats.

A noter que la reproductibilité de l'expérimentation est une attente importante. Cela implique un itinéraire technique facilement reproductible mais aussi des surcoûts limités. En tout état de cause, les dépenses engagées par la commune pour mener à bien cette expérience ne doivent pas dépasser le bénéfice de la coupe elle-même et l'opération ne doit pas être déficitaire *in fine*.

Equipe-projet

Equipe projet du lot 2 :

- Céline CABASSE, ONF, Bureau d'études Côte d'Azur, chef de projet SIG et environnement
- Noémie POUSSE, ONF, Pôle Recherche Développement Innovation - Chargée de Recherche et Développement ONF / Docteur en sciences du sol
- Thibault TOURNIER, ONF, RTM des Alpes Maritimes, Ingénieur RTM / Spécialiste gestion du risque d'inondation
- Alexandre GRUN, ONF, Technicien Forestier Territorial, FC Collobrières
- Florent BATTISTON, ONF, Chef de service Bois, Ingénieur Forestier
- Jean-Marc ORTOLAN, ONF, Service Bois ONF

Notre correspondante du lot 1 :

- Nathalie FOLTON, IRSTEA, Ingénieur de Recherche en hydrologie

II. METHODOLOGIE ET PRINCIPALES ETAPES DU PROJET (LOT 2)

II.1. Rappel de la méthodologie

1/ Une phase préparatoire a permis :

- de valider le choix du site d'études
 - de réaliser une recherche bibliographique sur le sujet
 - d'étudier des itinéraires sylvicoles permettant de préserver les sols et de limiter le ruissellement et d'élaborer l'itinéraire le plus adapté aux attentes de l'étude
- => Validation des itinéraires (réunion) avec les parties prenantes

2/ Encadrement et suivi des travaux

Rédaction d'un cahier des charges spécifiques et suivi de l'exploitation

3/ Analyse des résultats et synthèse

- Suivi des impacts (ruissellement/infiltration) : contact régulier avec titulaire du Lot 1, en 2019
- Analyse des impacts sur le ruissellement et le risque d'inondation / intégration du rapport et des résultats du Lot 1 et croisement avec résultats Lot 2
- Synthèse des résultats et propositions sur les perspectives de transposition

II.2. Principales étapes de l'étude

8 novembre 2018	Validation du site d'études
Décembre 2018 Janvier 2019	Bibliographie, intégration des données de terrain - réflexions au sein de l'équipe projet + correspondante du lot 1
8 février 2019	Proposition et validation de la méthode
du 11 février au 15 février 2019	Réalisation de la coupe forestière
11 mars 2019	Visite de la parcelle par le comité de pilotage de l'étude
29 avril 2019	Rédaction d'un bilan de l'exécution de la coupe et premiers éléments de réflexion
10 mai 2019	Note récapitulative du suivi hydrologique de l'IRSTEA sur 3 mois
13 septembre 2019	Visite du site (ONF) 6 mois après la coupe
7 octobre 2019	Réception des données de suivi de l'IRSTEA
octobre 2019	Analyse, synthèse et rédaction du rapport d'étude

II.3. Limites de l'étude

L'expérimentation mise en œuvre présente trois particularités :

- Les conclusions de cette étude sont très liées à la pluviométrie durant la phase d'expérimentation. En ces périodes de sécheresses estivales régulières, l'absence de pluie significative, comme nous le verront dans l'analyse ci-après, entraîne des mesures au niveau des capteurs très faibles voire absentes. Il n'est pas aisé dans ces conditions de conclure sur

l'impact de l'itinéraire mis en place lors de la coupe pour limiter l'écoulement des eaux pluviales.

- Cette étude ne présente pas de zone témoin effective sur le terrain. Ce sont les mesures effectuées au niveau des deux ruisseaux depuis les années 70 par l'IRSTEA qui servent de « témoin » pour comparer les mesures de 2019.
- Même si la coupe se situe à l'exutoire des bassins versant, la surface de la coupe semble très faible au regard de la surface des bassins versants. Il n'est donc pas certain qu'une incidence du changement de couvert végétal, sur cette faible surface, puisse être différenciée au regard de la vaste surface des bassins versants à l'amont.

Définition de l'itinéraire technique

I. CHOIX ET DESCRIPTION DU SITE ETUDIE

I.1. Choix du site

Le choix d'une zone pilote sur ce territoire suivi de longue date par l'IRSTEA, est intéressant pour tester l'effet d'une gestion forestière différenciée sur le risque inondation en aval.

La présente expérience pilote concerne un site de 2,52 ha (surface initiale) en forêt communale de Collobrières. Ce site doit faire l'objet d'un passage en coupe (éclaircie pour amélioration dans une plantation de pins), initialement prévu en novembre 2018.

Le site a été validé lors de la réunion du 8 novembre 2018.

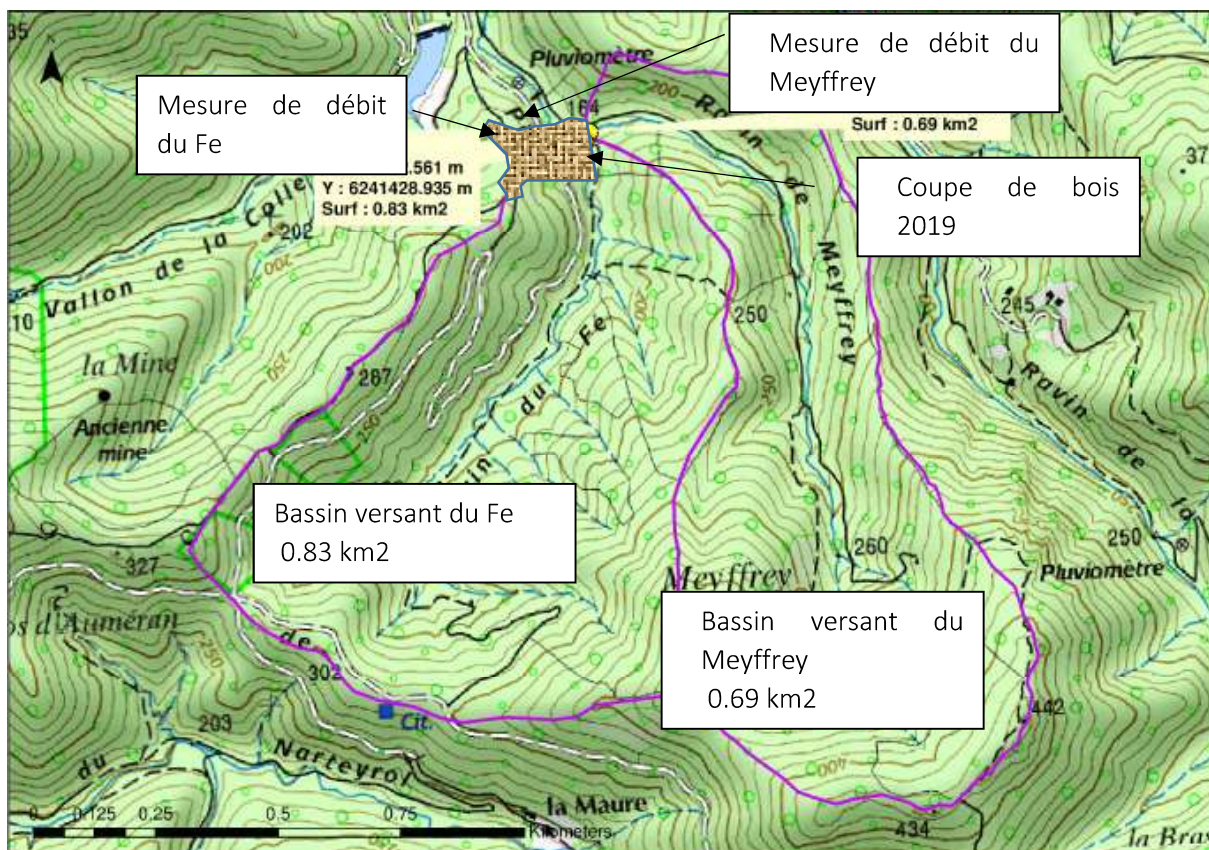
Répartition entre le site témoin et le site pilote

Cette zone faisant l'objet d'un suivi hydraulique depuis les années 70, il a été décidé que les données pré-existantes à la coupe forestière feraient office de site témoin. Ainsi la comparaison entre les données sera diachronique et non spatiale.

I.2. Présentation des bassins versants étudiés

Les deux bassins versants forestiers du Réal Collobrier, nommés le Fé et Meyffrey, situés sur la commune de Collobrières (83) et qui ont fait l'objet de mesure de suivi des débits de février à septembre 2019 inclus, sont adjacents.

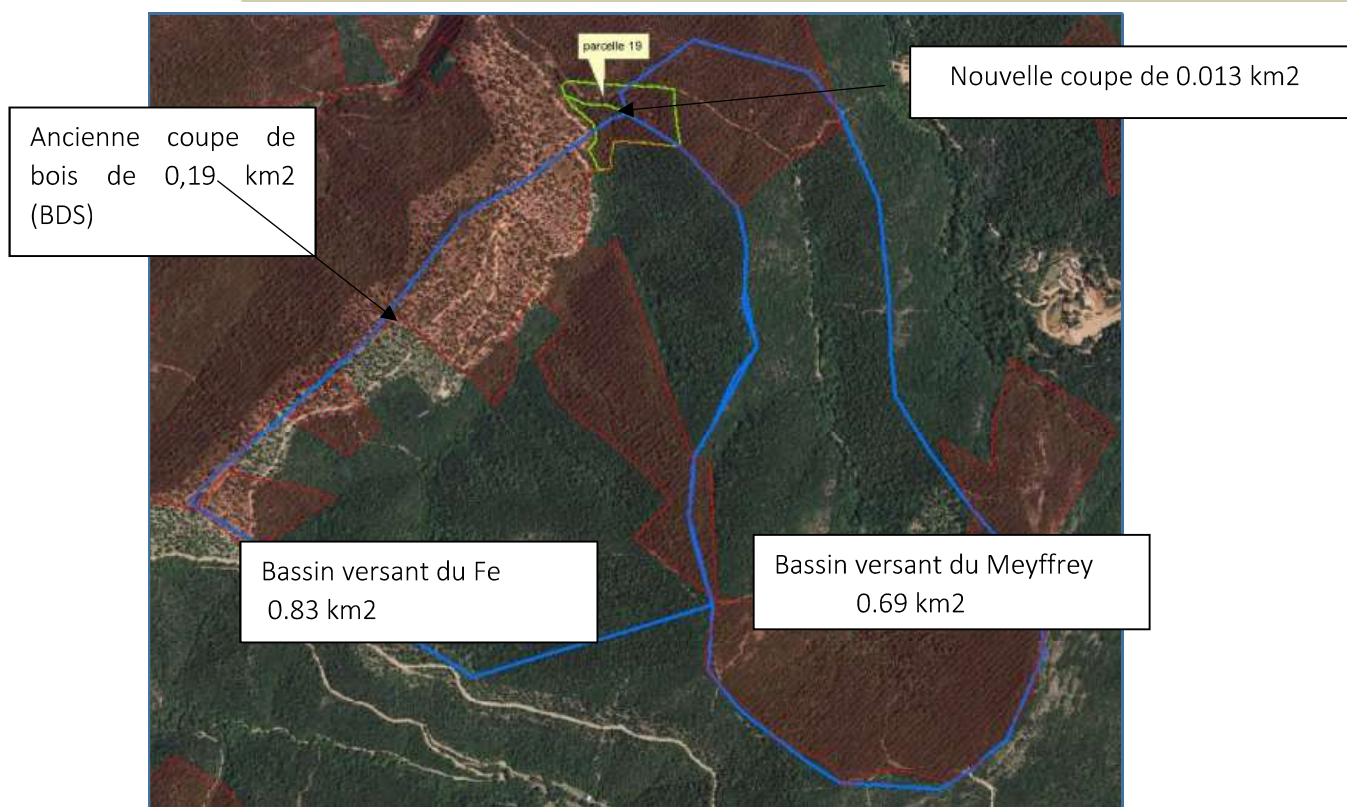
Les débits respectifs ont été mesurés juste en amont de leur confluence. L'IRSTEA d'Aix en Provence a mis en place les dispositifs de mesure et a assuré leur suivi pendant le temps de l'expérimentation. Un pluviomètre existant sur le site permet de coupler les mesures de pluie et de débit.



Carte des bassins versants et des instrumentations mise en œuvre sur fond 1/25000 IGN.

L'état de boisement des deux bassins versant instrumentés n'est pas similaire :

- Le bassin du Fe a fait l'objet d'une coupe récente sur un environ 1/4 de son bassin versant en plus de la petite coupe réalisée en 2019. Il est traversé par une piste sur tout le versant au Nord du vallon.
- Le bassin du Meyffrey est totalement boisé à l'exception de la coupe prévue en 2019 en aval.

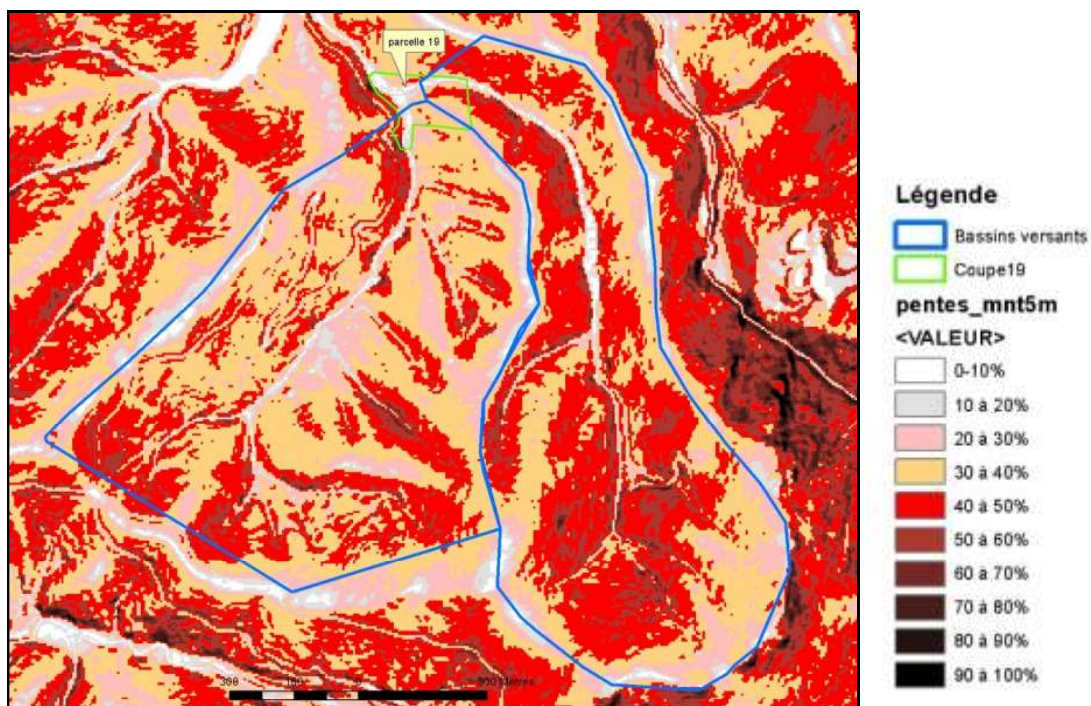


Situation des coupes sur photo aérienne du site

Caractéristiques géométriques et morphologiques

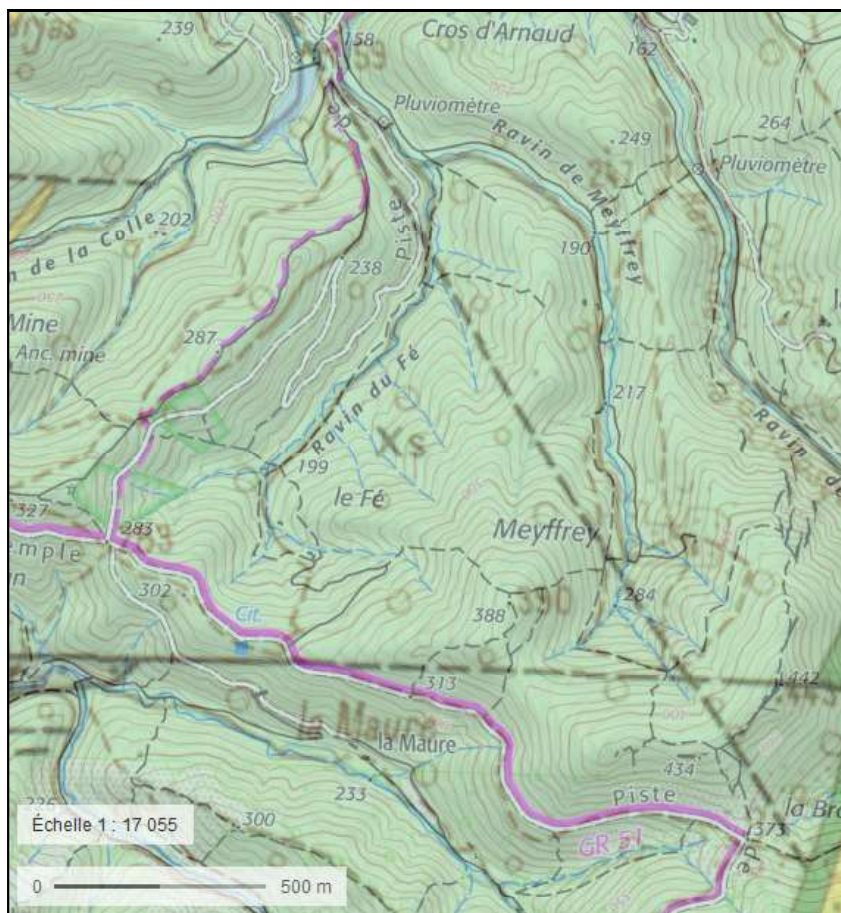
Les caractéristiques géométriques et morphologiques des 2 bassins versants sont définis par les valeurs suivantes :

	Surface	Pente moyenne	Longueur chemin hydraulique	Altitude exutoire	Altitude pt culminant
Fe	0,83 km ²	33%	1,3 km	170 m	388 m
Meyffrey	0,69 km ²	38%	1,8 km	170 m	442 m



Carte des pentes des deux bassins versants étudiés

La géologie de la zone d'étude est homogène laissant présager une nature de sol identique. Il s'agit des phyllades détritiques des Sauvettes (Terrains éruptifs et métamorphiques).



Carte géologique superposée au fond 1/25000 - source BRGM

I.3. Présentation de la coupe forestière proposée (ONF-Lot 2)

Localisation

L'exploitation se situe en forêt communale de Collobrières, parcelle forestière 19, à cheval sur le Vallon de Meyffrey et le Ravin du Fé.

Milieu naturel

Le milieu naturel est composé d'une plantation de 30 ans de pins maritimes et de cèdres de l'Atlas. L'objectif de cette plantation était la stabilisation des versants.

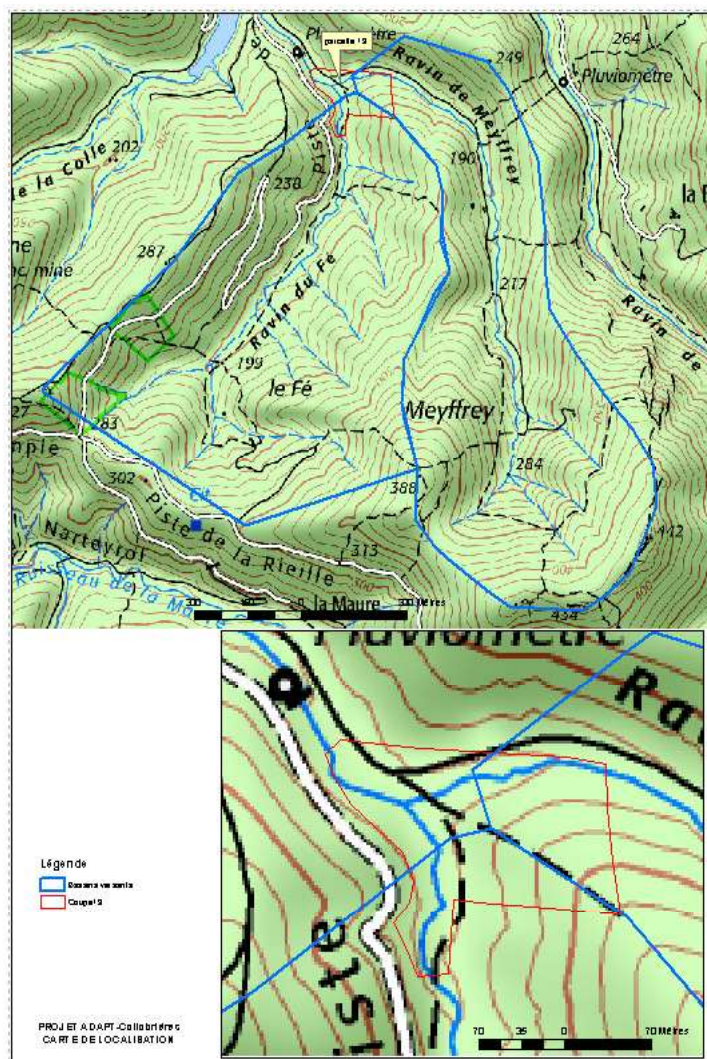
Le sous-bois est composé essentiellement d'arbousiers, de bruyère arborescente, de callune, de viorne tin, de filaire à feuilles étroites et de ciste à feuilles de sauge. On observe une régénération naturelle de pin maritime en sous-bois, avec présence ponctuelle de chêne liège, de chêne vert et de chêne pubescent.

Au sein de la plantation, des layons issus de la plantation, sont encore très visibles. La coupe s'appuiera donc sur les layons existants.

La zone est caractérisée par une pente comprise entre 22 et 26°, ce qui implique des risques d'érosion du sol pour ces pentes.

Description synthétique de la coupe envisagée

Choix sylvicoles	Coupe d'amélioration dans la plantation de pins maritimes Environ 1 tiers des pins sera récolté
Durée du chantier	3 j
Martelage	Martelage réalisé en 2017
Surface de coupe concernée	2.52 ha (surface théorique initiale)
Volume escompté	130m ³ destiné à la valorisation en bois-énergie
Période de coupe prévue	Janvier 2019 (pas d'exploitation de mi-mars à mi-novembre pour la préservation de la Tortue d'Hermann).
Engins prévus	Tête abatteuse avec bras d'une portée de 7m. Porteur forestier pour débardage des bois
Accès	L'accès à la coupe se fait par la piste longeant le ravin de Meyffrey, les engins devant traverser un ru pour parvenir sur site.



Localisation de la coupe

II. BIBLIOGRAPHIE ET CONNAISSANCES SUR LE SUJET

Un des premières tâches attendues, et réalisées, a été d'établir une bibliographie et de prendre connaissance des expériences déjà réalisées sur le sujet.

Pour ce faire, une recherche bibliographique a été réalisée par chacun des participants de l'équipe projet. Cette bibliographie, listée en fin du présent document a permis d'alimenter les discussions (audioconférence du 13 décembre 2018 + échanges mails) et d'orienter le choix de l'itinéraire technique proposé ci-après.

A noter que l'expérimentation menée parallèlement sur la commune du Pradet, Bois de Courbebaisse, n'a pas pu être utilisée, les objectifs de cette étude étant différent de ceux de l'expérimentation en forêt communale de Collobrières.

II.1. Effet des coupes de bois sur le ruissellement de surface et/ou l'érosion

L'intensité des pluies puis, dans une moindre mesure, le couvert forestier, les couches de litière et les débris ligneux restant au sol influencent fortement l'intensité du ruissellement de surface et d'érosion (Hartanto et al., 2003). Le couvert forestier diminue la force érosive des gouttes de pluies, la litière et les débris ligneux restant au sol protègent la surface du sol, en diminuant les risques d'arrachage de particules de sol et de ruissellement de surface.

Dans le cadre du projet INSENSÉ (INDicateurs de SENSibilité des Écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse), trois experts en érosion des sols ont défini des seuils à partir desquels il est conseillé de laisser les rémanents d'exploitation au sol pour en éviter l'érosion. Le diagnostic de sensibilité implique de déterminer le pourcentage de pente, le type et le pourcentage de couvert végétal et la texture du sol en surface (0 à 10 cm) et d'utiliser le tableau 1 ci-dessous. Si la texture du sol (0 à 10 cm) est à dominante sableuse ou limoneuse ou est un mélange de limon et de sable et si le pourcentage en éléments grossiers (éléments minéraux de taille > 2 mm) est <50 %, alors il est nécessaire d'augmenter d'un niveau de sensibilité le diagnostic basé sur la pente et le couvert végétal.

Pente	>70% Multi-strate	>70% Mono-strate	30-70% Multi-strate	30-70% Mono-strate	<30% Multi-strate	<30% Mono-strate
<10%	risque faible 	risque faible 	risque faible 	risque faible 	risque faible 	risque faible 
10-25%	risque faible 	risque faible 	risque faible 	risque faible 	risque modéré 	risque modéré 
25-40%	risque faible 	risque modéré 	risque modéré 	risque fort 	risque fort 	risque fort 
>40%	risque faible 	risque modéré 	risque fort 	risque fort 	risque fort 	risque fort 

Tableau 1 : Clé de diagnostic de sensibilité des sols pentus à un export supplémentaire de biomasse issue du projet insensé (<https://www.ademe.fr/insense-indicateurs-sensibilite-ecosystemes-forestiers-soumis-a-recolte-accrue-biomasse>)

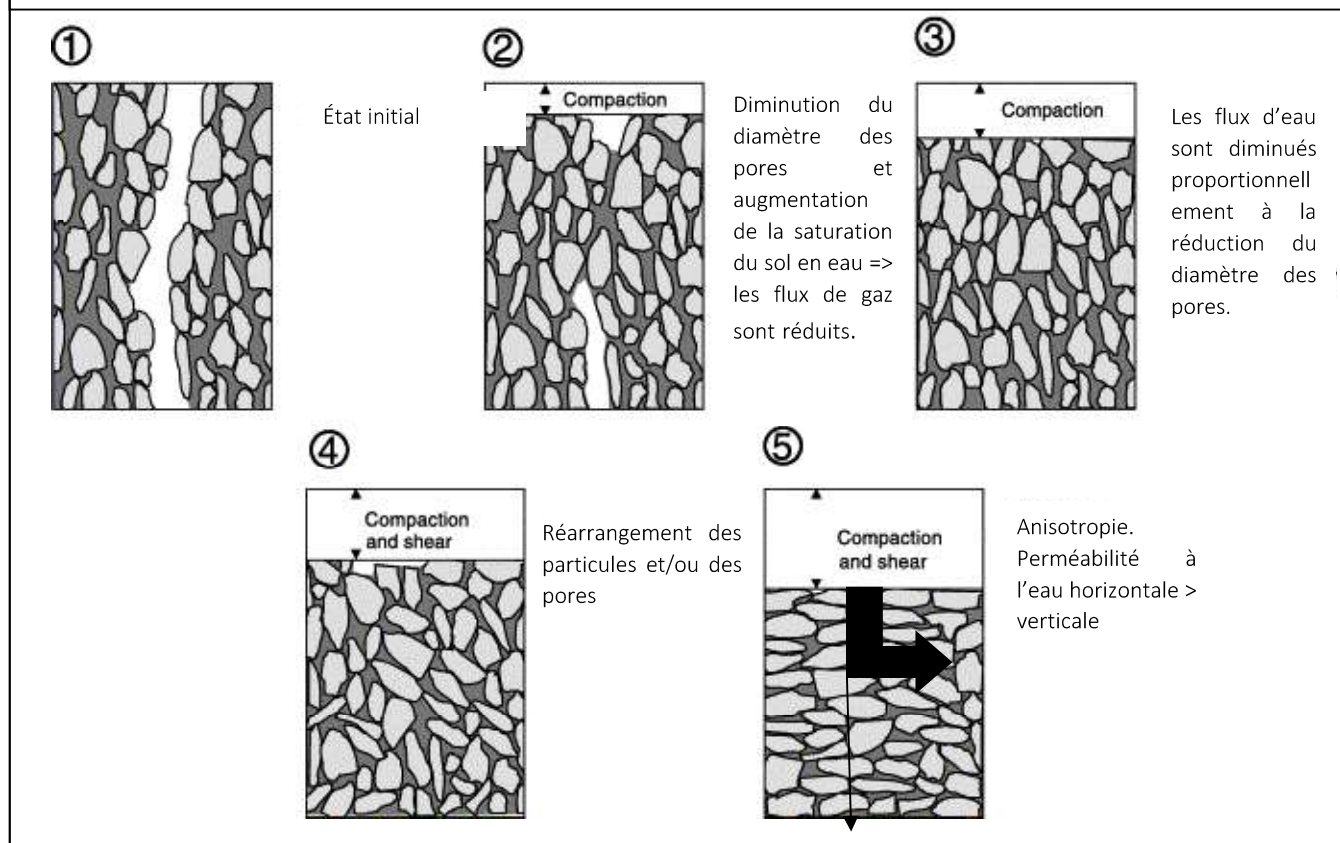
Dans le cadre projet ADAPT sur la commune de Collobrières (pentes de 20 à 50%, prélèvement dans la strate arborée d'un arbre sur 3, prélèvement dans la strate arbustive et herbacée = 0%, texture probable [d'après la géologie] = limoneuse, pas d'information sur le % d'éléments

grossiers mais probabilité forte qu'il soit élevé [d'après les affleurements rocheux visibles sur les photos), il ne semble pas nécessaire de laisser les rémanents sur la parcelle (hors cloisonnements).

II.2. Effet du tassement des sols forestiers sur les ruissellements de surface

La circulation d'engins à la surface des sols déforme l'arrangement de ses particules solides, et ce dès le premier passage (60% au premier passage – Guide PROSOL). En particulier, elle en modifie les espaces vides qui permettent la circulation des fluides (eau et air). Un sol perturbé aura une capacité à laisser circuler l'eau de manière verticale (infiltration) très faible une fois qu'il est saturé en eau (période de faible demande en eau et/ou de fortes précipitations). Plus la perturbation est importante, plus la conductivité hydraulique verticale diminue et celle horizontale augmente (Horn, 2003 ; figure 1), augmentant ainsi le risque de ruissellement superficiel et d'érosion (situation de pente) ou d'engorgement temporaire (terrain plat).

Figure 1 : effet de la circulation des engins sur les sols forestiers d'après Horn (2003). Polygones gris clair = particules solides, gris foncé = espaces vides (pores) de moyenne dimension, blanc = espaces vides de grande dimension, 1 = état non perturbé, 2 à 5 = intensité d'impact croissante



De nombreuses études montrent que la circulation des engins a tendance à augmenter le ruissellement de surface et l'érosion des sols en pente (e.g. Croke et al., 1999; Elliot, 2010; Hartanto et al., 2003; Page-Dumroese et al., 2010). Pour une intensité modérée de tassement, l'infiltration d'eau dans les sols peut être légèrement augmentée grâce aux flux préférentiels créés par augmentation de la connectivité des espaces vides. Par contre, une intensité forte de

tassement réduit fortement ces flux préférentiels et augmente les ruissellements de surface (Mossadeghi-Björklund et al., 2016).

Dans le cadre projet ADAPT sur la commune de Collobrières, le facteur clé pour augmenter l'infiltration de l'eau dans les sols et limiter le ruissellement de surface semble reposer sur :

- la circulation des engins seulement sur des voies dédiées (cloisonnements d'exploitation) orientés le moins possible dans la pente
- la protection de ces cloisonnements (rémanents répartis sur les cloisonnements pour mieux répartir la charge exercée par l'engin ; Cambi et al., 2015; Hutchings et al., 2002)

II.3. Incidence de la couverture végétale méditerranéenne sur l'hydrologie de crue

Les recherches du CNRS et du CEMAGREF sur le sujet ont été synthétisées dans un article du Journal of Hydrology de 2005 nommé « The hydrological impact of the mediterranean forest : a review of the French research ».

Cet article synthétise les études faites sur les bassins versants instrumentés du Mont Lozère (vallon de Latte, Cloutasse et Sapine qui ont été soumis à des coupes), de Draix au sud de Dignes (reboisement RTM des marnes noires très érodable des vallons de Laval et Brusquet) et du Real Collobrier à Collobrières (vallon de Rimbaud et Valescure qui ont subi des incendies).

La conclusion de cet article insiste sur le rôle de la qualité du sol qui est prépondérant à celui de la couverture végétale dans l'intensité et la concentration des débits de crues. Un sol pauvre, rocheux ou peu épais augmente le coefficient de ruissellement de façon d'autant plus importante qu'il est dé-végétalisé. L'impact des coupes de bois ou des feux de forêt est plus significatif sur l'accélération des crues en aval sur des sols pauvres que sur des sols constitués et épais. Ces derniers ont aussi de plus une capacité de régénération rapide d'une strate arbustive qui est déjà étonnamment efficace dans le ralentissement du ruissellement.

L'article conclue également sur un effet plus important de la végétalisation du bassin versant pour les petites crues. Pour les crues rares et extrêmes, les intensités de pluie sont telles que les capacités de ralentissement du ruissellement par la forêt semblent dépassées.

II.4. Mise en place d'une exploitation forestière respectueuse des sols

Le guide Prosol nous a apporté tout un éclairage pratique sur l'intérêt des cloisonnements pour limiter la circulation des engins de chantier et donc le tassement du sol.

Plusieurs solutions techniques sont également proposées pour limiter l'impact des coupes forestières sur les sols.

De plus en 2008, un dossier dans la revue technique n°19 publiée par l'ONF nous apporte également des précisions pratiques sur le sujet.

III. ITINERAIRES SYLVICOLES

III.1. Itinéraires envisagés

Une fois le site d'études validé, plusieurs itinéraires ont été étudiés au sein de l'équipe-projet afin de répondre au mieux à l'objectif de l'études.

Ci-après les propositions discutées :

Agrandir la surface de coupe

Une des premières constatations a été que la surface de la coupe envisagée était restreinte vis-à-vis du bassin versant étudié. Il a donc été envisagé la possibilité d'agrandir la surface de coupe. Cependant, il n'a pas été possible de compléter la coupe programmée par une autre coupe en forêt communale dans l'un des deux bassins versants. Les peuplements en place ne s'y prêtent pas et l'aménagement forestier n'en prévoit d'ailleurs pas durant sa mise en œuvre (2011-2030). Les autres terrains environnants sont privés.

Envisager deux traitements de coupe différents sur l'emprise parcourue

Au cours de la réflexion, il a été envisagé d'appliquer deux traitements de coupe différents par sous-bassins versants :

- un vallon où les rémanents sont posés exclusivement dans les cloisonnements pour limiter l'impact des engins sur le sol
- un vallon où une partie des rémanents est laissée dans la coupe, perpendiculairement à la pente afin de faire comme des fascines et l'autre partie des rémanents sur les cloisonnements.

Cependant, le fait que les capteurs soient implantés à la jonction des deux bassins versant concernés ne permet pas de distinguer deux modes d'exploitation et la trop petite taille de la coupe par rapport à la surface des bassins, n'ont pas permis de retenir ce choix. Il a été acté d'avoir un traitement homogène dans les parties de coupes des deux sous bassins versants.

Déposer des rémanents en bas de pente

Afin de limiter le ruissellement et le ravinement, il a été envisagé de déposer une partie des rémanents en bas de pente, sur les bords du ruisseau, comme une ceinture., l'objectif étant de faire une zone tampon. Cependant le risque d'augmenter les embâcles en cas de forte pluie et d'entraînement des rémanents dans le ruisseau, a été jugé important. Cette proposition n'a pas été retenue.

Reprendre le martelage

Le martelage de la parcelle a été réalisé en 2017, soit préalablement au lancement de l'étude. Il a été envisagé au cours des discussions de reprendre ce martelage pour prélever plus d'arbres (et de fait avoir plus d'incidences visibles à étudier). Cependant le martelage réalisé correspond aux attentes de l'aménagement forestier et au nécessité de la vie du peuplement. Le fait de reprendre le martelage n'a pas été une proposition retenue.

III.2. Itinéraire sylvicole retenu

L'itinéraire technique a été défini afin de répondre aux différents facteurs attendus par l'expérimentation. Le principal critère est la préservation des sols afin de limiter le ruissellement

des eaux pluviales en surface. Ainsi plusieurs adaptations sont proposées ci-après pour contrer l'effet ruissellement :

Limiter la circulation des engins pendant l'exploitation

La circulation d'engins à la surface des sols déforme l'arrangement de ses particules solides. En particulier, elle en modifie les espaces vides qui permettent la circulation des fluides (eau et air).

Le compactage du sol est de 60% (Guide PROSOL) lors du premier passage des engins, il est important de limiter la circulation des engins sur la coupe. Ainsi grâce à l'itinéraire sylvicole défini, les engins ne circuleront que sur les cloisonnements et sur une voie d'accès circulaire en bas de pente.

Ce mode d'exploitation permet une préservation maximale du sous-bois hors cloisonnement, ce qui est important pour limiter le ruissellement.

Limitation de la circulation des engins aux cloisonnements

Les cloisonnements utilisés ici seront ceux issus de la plantation initiale du boisement.

Pour des raisons de stabilité des engins, les cloisonnements sont majoritairement parallèles à la pente. Ils seront espacés d'environ 14m et mesurent 3 m de large.

Utilisation d'une tête abatteuse avec bras articulée de 7m

Coupe des arbres par une abatteuse munie d'un bras de 7m circulant uniquement sur le cloisonnement et pouvant prélever des deux côtés (ce qui permet un espacement de 14m des cloisonnements). Cet engin coupera l'arbre puis l'ébranchera et le déposera au sein du cloisonnement dans l'attente de leur évacuation par le porteur forestier qui circulera à l'arrière de la tête abatteuse. Ce mode d'exploitation permet une préservation maximale du sous-bois hors cloisonnement.

Tête abatteuse



(source : Ortolan, ONF, 2018)



(source : Ortolan, ONF, 2018)

Porteur forestier



Utilisation d'une voie de vidange unique

Cette voie de vidange sera circulaire et située en bas de versant. Elle permettra au porteur forestier servant au débardage des bois de sortir les bois vers la place de dépôt (parking).

Limiter l'impact des engins sur le sol

Il s'agit ici de prévenir les risques de ruissellement pendant la coupe.

- Protection des cloisonnements - devenir des rémanents

Les arbres sont ébranchés lors de leur coupe par la tête abatteuse.

Dans la bibliographie (Projet INSENSE), il est apparu que compte tenu des pentes, du prélèvement d'un arbre sur 3 dans la strate arborée, de l'absence de prélèvement dans le sous-bois et de la géologie, il ne semble pas nécessaire de laisser les rémanents sur la parcelle (hors cloisonnements). Il a donc été décidé de déposer au sein des cloisonnements, devant la tête abatteuse, l'intégralité des rémanents. Ainsi cet engin et le porteur forestier après lui circuleront sur ces branchages, ce qui amoindrit l'impact des roues sur le tassement du sol. Aucun rémanent n'est laissé dans l'emprise même de la coupe.

- Utilisation de pneus basse pression

Afin d'élargir la surface de contact avec le sol et ainsi de diminuer la pression au sol, les pneus seront des pneus basse pression durant le chantier.

- Prévenir les risques de ruissellement après la coupe

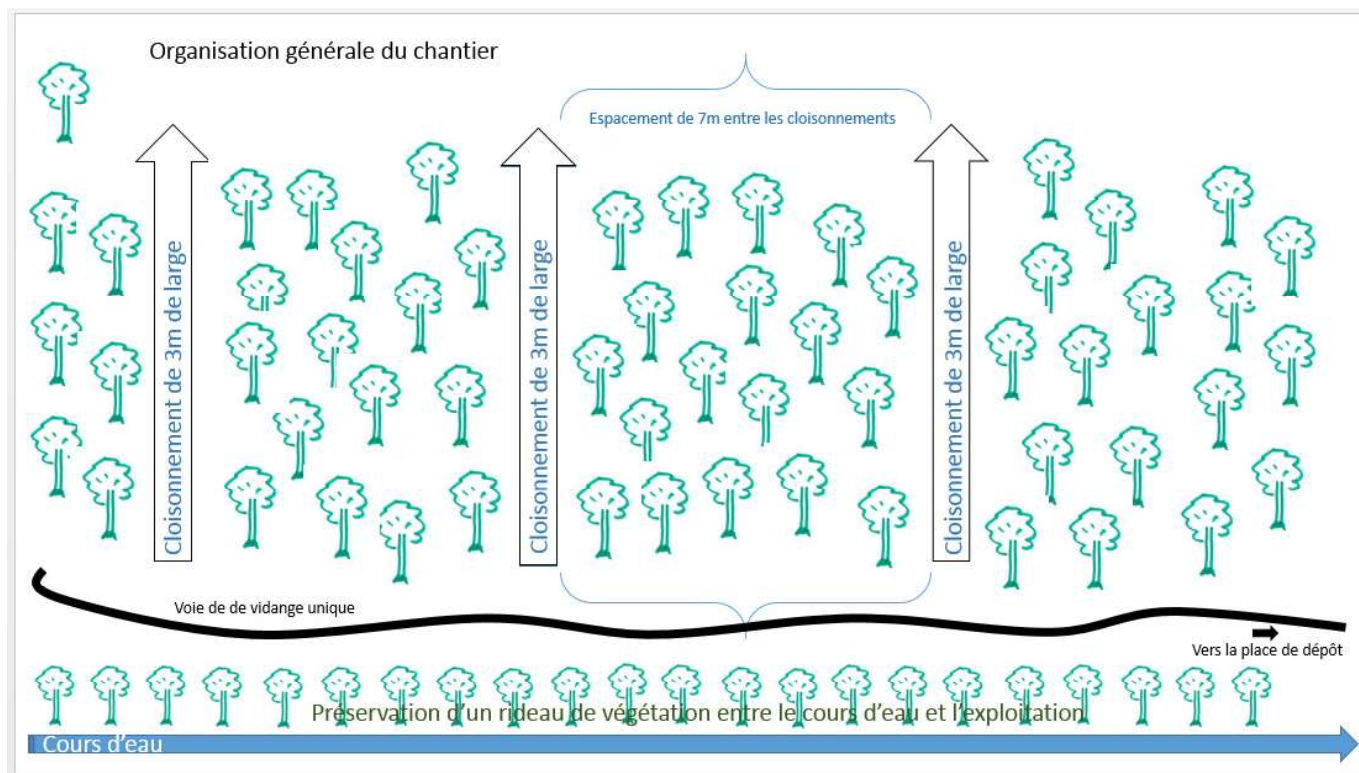
En fin de coupe, quelques troncs coupés ou gros branchages en andains selon les possibilités techniques, seront laissés au sein des cloisonnements sur les rémanents lors du dernier passage des engins, en chevron. Cela permettra de casser l'écoulement des eaux. Les dimensions approximatives seront de 1m de haut, 2m de large au sol et la longueur égale à celle du cloisonnement. Ces données théoriques seront à adapter sur place en fonction de la géométrie des branches.

On pourra faire des tests de différentes géométries d'andains pour voir ceux qui tiennent le mieux dans le temps. Ainsi des andains avec une pente de 10%, alternativement vers chaque rive du cloisonnement pourraient faire office de renvoi d'eau hors du cloisonnement, vers la partie non impactée par les engins.

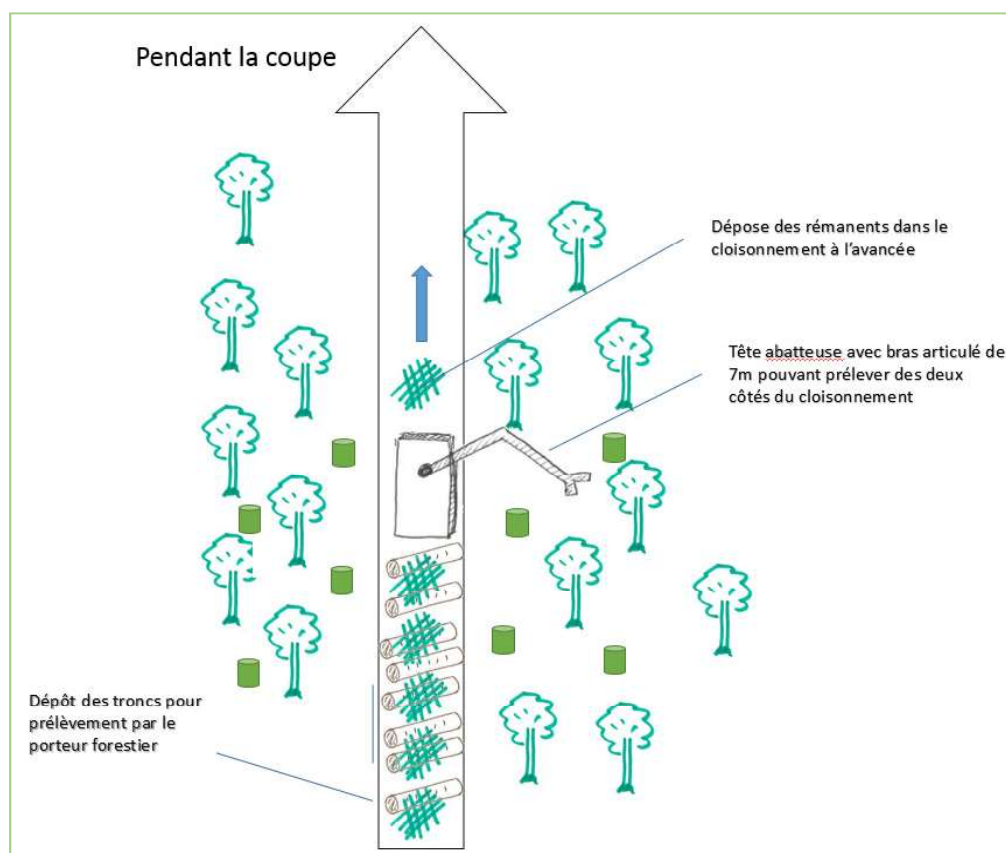
On essaiera de faire trois niveaux de chevrons *a minima* selon la longueur du cloisonnement.

Synthèse du déroulé de l'exploitation

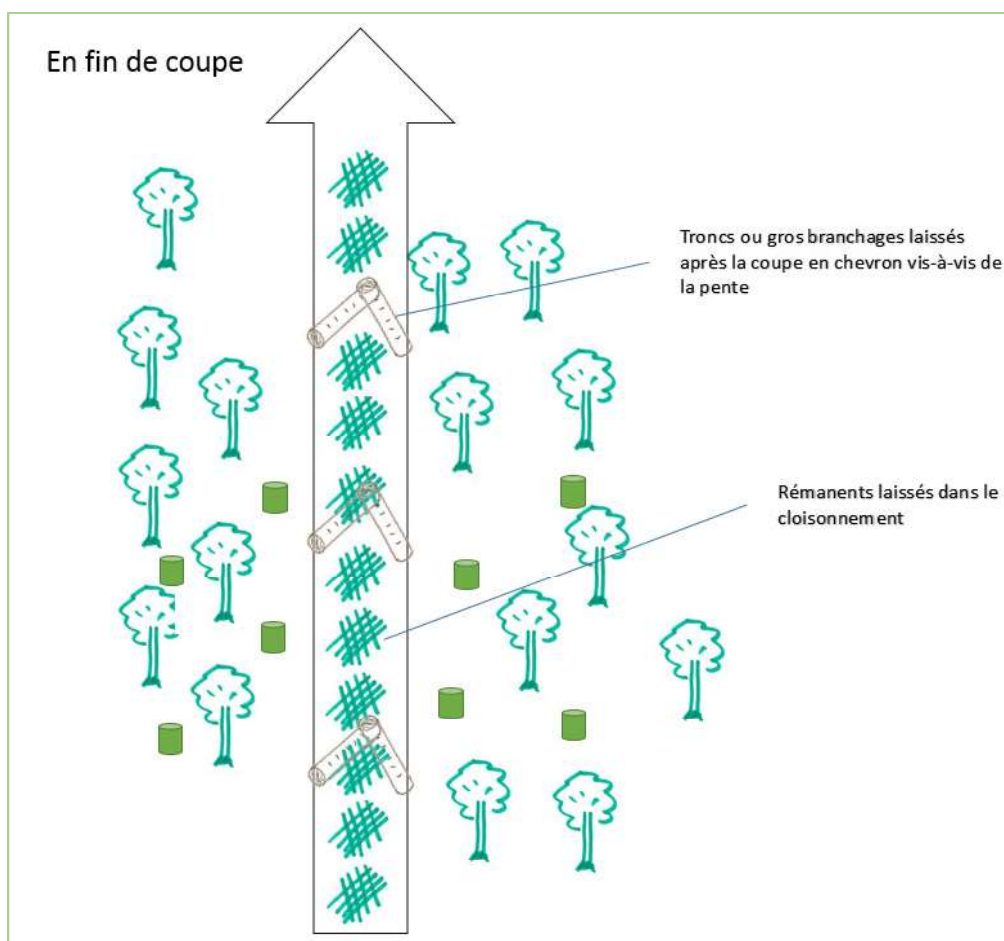
- ⇒ Accès des engins en préservant les cours d'eau et les capteurs (cf ci-dessous – IV.4)
- ⇒ Création de la voie de vidange en bas de versant
- ⇒ Pénétration de la tête abatteuse dans le cloisonnement et coupe des premiers arbres sur les côtés.
- ⇒ Ebranchage puis dépôt des rémanent devant la tête abatteuse pour que celle-ci circule dessus.
- ⇒ Monter de la tête abatteuse dans le cloisonnement et dépôt des troncs dans le cloisonnement derrière la tête abatteuse.
- ⇒ Récolte et débardage des troncs par le porteur forestier.
- ⇒ Mise en place de troncs ou gros branchages en chevron dans les cloisonnements.



Source : Cabasse, ONF, 2019



Source : Cabasse, ONF, 2019



Source : Cabasse, ONF, 2019

III.3. Prise en compte de l'environnement

- Période de chantier en dehors des périodes d'activité de la faune, et notamment en dehors de la période d'activités de la Tortue d'Hermann (mi-mars à mi-novembre).
- Chantier respectueux de l'environnement :
 - o tout rejet dans le milieu naturel est interdit.
 - o l'ensemble des produits utilisés devront être stockés de manière sécurisée.
 - o les déchets seront évacués vers des filières de traitement et d'élimination adéquates. Leur évacuation devra être régulière afin de limiter le stockage sur le chantier.
 - o les engins de chantier devront être conformes et contrôlés régulièrement afin d'éviter les risques de pollution du milieu
- Traversée des ruisseaux par la création de petits passages en bois grâce aux troncs des arbres coupés.
 Il est important pour traverser les 2 ruisseaux de ne pas rouler sur les capteurs IRSTEA installés dans des coffres maçonnés. Les engins du chantier sylvicole doivent traverser les deux cours d'eau à l'aval de ces capteurs en respectant une distance d'environ 2m de distance pour ne pas perturber les mesures de captage.

Pour libérer ces passages, s'il est nécessaire de couper des broussailles, l'entreprise veillera à ne pas entreposer les rémanents dans le cours d'eau (à l'amont ou à l'aval des capteurs).

- Suivi floristique

Parallèlement à cette expérimentation est réalisé un suivi floristique par M. Garbolino (MINES ParisTech / PSL Université Paris CRC 1) : Etude « MEDFORET. En lien avec le projet ADAPT, cette étude s'étend sur les deux communes pilotes : Collobrières et Le Pradet. L'objectif est de :

- o Caractérisation des milieux forestiers et étude leurs modes de gestion (-> valorisation énergétique)
- o Evaluation de leur dynamique potentielle actuelle et future (2050)
- o Evaluation des risques par et pour la filière Bois énergie

Ainsi dans la zone d'études du lot 2, 3 relevés floristiques (sur 16) ont été réalisés avant l'exploitation. Ils constituent l'état initial de la végétation. D'autres inventaires postérieurs à la coupe permettront de juger de l'évolution de la végétation.

III.4. Prise en compte du paysage et de la fréquentation

Le principal impact paysager est l'incidence visuelle des cloisonnements. Cependant ces cloisonnements existent déjà du fait de l'ancienne plantation et la pente ne permet pas de circuler dans la plantation sans être parallèlement à celle-ci.

La prise en compte du paysage définie ici est donc :

- Limiter la largeur des cloisonnements au strict nécessaire,
- Maintenir un rideau d'arbres et de végétation le long du ruisseau et des accès,
- Maintenir au maximum de végétation au sol grâce à l'utilisation des cloisonnements et de la tête abatteuse pour limiter l'impact sur le sol et l'érosion,
- Définir préalablement les zones de circulation et de stockage et des bois et des engins.

En termes de fréquentation, le chantier sera équipé des panneaux réglementaires prévenant de l'exploitation en cours.

III.5. Gestion des rémanents et risque incendie

La méthode d'exploitation proposée dans le cadre de la coupe citée en objet, propose de laisser sur place les rémanents, dans les cloisonnements mais aussi des troncs entiers. Cela peut poser question au regard de la gestion du risque incendie. La présente note vise à éclairer la relation entre ces rémanents et la sensibilité au feu.

Rappel

- L'exportation ou le broyage des rémanents est une obligation juridique uniquement dans le cadre des obligations légales de débroussaillage (arrêté préfectoral du 30 mars 2015). Dans le cadre des bandes débroussaillées de sécurité le long des pistes DFCI, il s'agit d'une préconisation technique. Dans les deux cas, il s'agit de limiter la matière combustible présente au sol. *Dans le cas présent, les travaux sylvicoles se trouvent dans une coupe forestière classique qui ne relève aucunement de ces obligations.*
- Le règlement national des travaux et services forestiers (RNTSF), document de références rassemblant les prescriptions s'appliquant aux travaux et services forestiers en forêt relevant

du régime forestier, précise que les intervenants ne doivent ni exporter ni incinérer les rémanents.

Définitions

Cloisonnement : Réseau de voies d'accès régulièrement espacées, ouvert pour faciliter les activités forestières de sylviculture et d'exploitation au sein d'un peuplement forestier.

Rémanent : Ensemble des éléments qui restent sur le parterre de coupe après exploitation.

Au sens strict, il s'agit principalement des menus bois (inférieurs à 7 cm de diamètre), mais aussi des branches de diamètre supérieur 7 cm non valorisées au moment de l'exploitation, des chutes et rebus divers, voire des petites tiges de diamètre non marchand mais coupées pour raison sylvicole. Le sens élargi associe les souches, potentiellement valorisables à des fins énergétiques, et le feuillage, susceptible d'être exporté dans certaines conditions d'exploitation.

Relation entre les rémanents et la sensibilité au feu

– Sensibilité du peuplement forestier au feu

Du point de vue du risque d'inflammabilité du peuplement (c'est-à-dire la facilité avec laquelle le peuplement s'enflamme au départ du feu), il faut noter que les branches sèches, et particulièrement les feuilles et les branchages fins (moins de 6mm), participent à la combustion lors du passage d'un front de flamme. Cependant, dans le cas présent, les rémanents sont cantonnés aux cloisonnements qui ne comportent eux plus d'arbres sur pied : cela permet la discontinuité forestière par l'absence de houppiers, distant en moyenne de 3m les uns des autres. Le risque de propagation du feu dans les houppiers est alors diminué.

De plus, les rémanents étalés au sol sont cassés par le passage des engins et fortement écrasés au sol, ce qui limite l'inflammabilité d'une manière significative.

Du point de vue de la sensibilité globale du peuplement à l'incendie, la matière combustible de la zone de coupe diminue après la coupe puisqu'il y a eu enlèvement de bois (1/3 des arbres). De plus, dans la zone de coupe, hors cloisonnement, les rémanents sont déplacés sur les cloisonnements pour limiter l'impact au sol par le passage des engins.

Enfin, les troncs laissés sur place en chevron dans les cloisonnements présentent eux un risque faible car ils ne participent à la propagation du feu en raison d'un diamètre important, même si effectivement ils risquent de se consumer longtemps après le passage du front de flamme.

– Faible risque de départ d'incendie

Le secteur exploité étant peu fréquenté, l'aléa feu de forêt induit est ici faible.

La piste (non DFCI), en contre-bas et sujette à la fréquentation, est, elle, séparée de la coupe par un ruisseau et un rideau d'arbres laissés sur pied.

Place des rémanents dans la vie du peuplement

Il est préconisé de ne pas récolter plus d'une fois les rémanents au cours de la révolution sylvicole. En effet, pour la vie du peuplement forestier, les rémanents sont importants et ce à différents niveaux :

- Les rémanents entrent dans la bonne réalisation du cycle biologique : les sels minéraux et les oligo-éléments contenus dans les rémanents vont migrer dans l'humus du sol redevenant

disponibles pour la nutrition des arbres. On réduit ainsi les exportations minérales et donc les risques d'appauvrissement des sols

- Les rémanents démontés constituent à la fois des pièges pour ces graines et un abri provisoire pour le développement du jeune plant. Le broyage des rémanents crée lui un tapis (un « mulch ») qui rendra plus difficile la germination des graines ou des glands.
- Les rémanents participent au maintien d'un sol en bon état (fertilité et prévention du tassement) et de restituer une partie de la matière organique au sol
- Les rémanents jouent le rôle d'isolant thermique. Les enlever provoque une augmentation des écarts de température au niveau du sol préjudiciable à la régénération naturelle.
- Les rémanents favorisent la mycorhization des racines et la diversité floristique et la croissance des jeunes arbres.
- Ces deux effets positifs (microclimat et apport en matière organique) favorisent la faune du sol.

Devenir des rémanents dans le temps

Il est rappelé ici que les rémanents laissés sur place sont cassés et incorporés au sol par le passage des engins. Cela va faciliter leur décomposition.

- 1 an après la coupe : les éléments fins des rémanents les plus inflammables comme les feuilles et les fines branches (moins 7mm) sont décomposés ou sont incorporés à la litière.
- 5 ans après la coupe : seules les branches d'un diamètre supérieur à 7 cm sont visibles ; en grande partie décomposées.
- 10 ans après la coupe : plus rien n'apparaît, on distingue encore quelques souches de résineux ou quelques grosses branches détruites facilement.

Aspect économique

D'un point de vue financier, le traitement des rémanents constituent une charge très lourde pour l'économie générale du chantier sylvicole. Broyer ou exporter les rémanents entrainerait une opération déficitaire pour la commune dans le cadre de ces travaux sylvicoles.

Analyse et synthèse des résultats

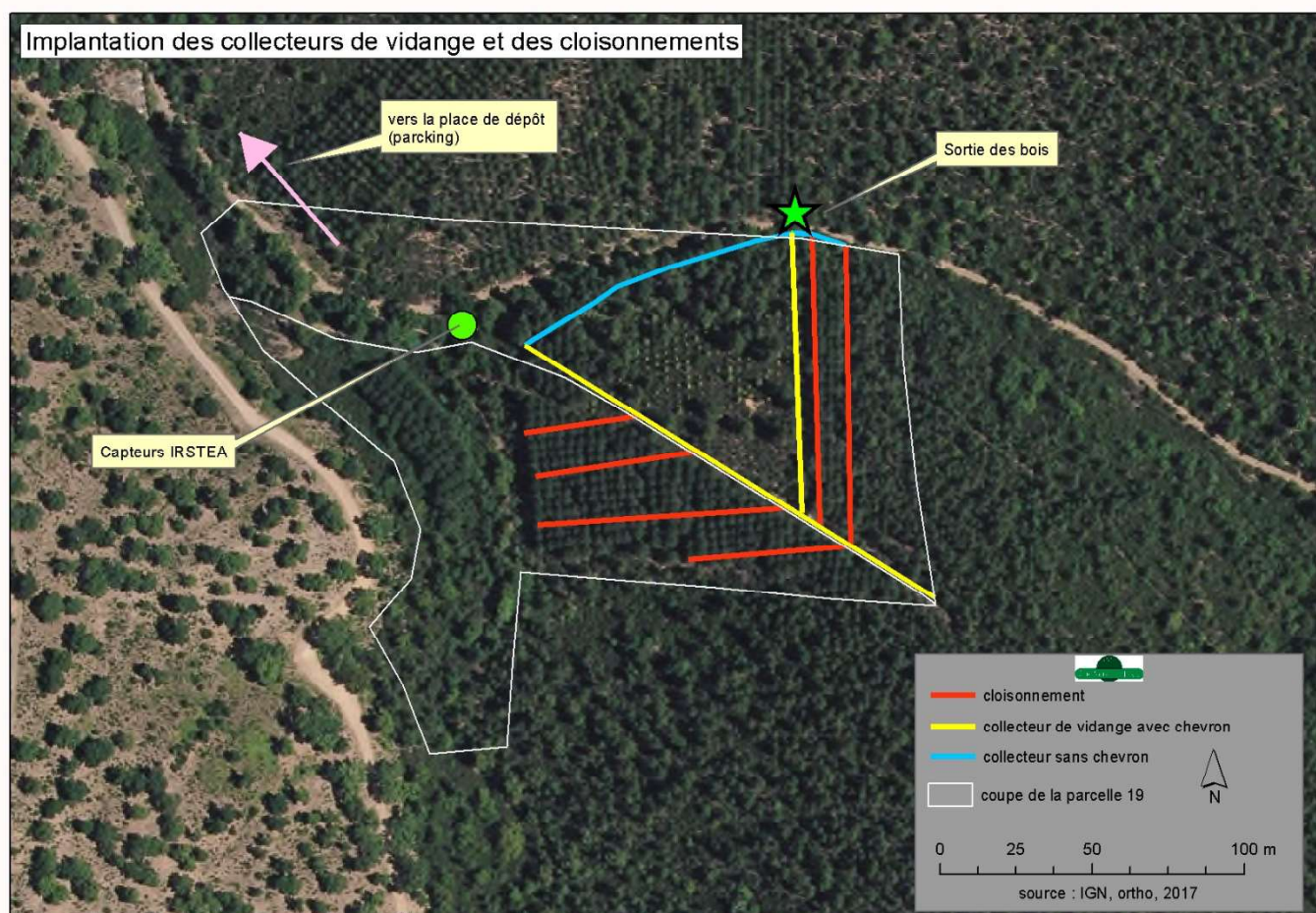
I. REALISATION ET BILAN DE COUPE

Sur la base de l'itinéraire technique proposé, un cahier des charges a été établi pour intégrer tous les attendus. Ce document a été transmis à l'entreprise de travaux forestier et au technicien forestier qui avait pour mission de suivre le bon déroulé de coupe.

Date du chantier	du 11 février au 15 février 2019
Durée effective du chantier	3j
Surface effectivement travaillée (parcelle 19)	1,3 ha
Volume prélevé (parcelle 19)	125 m3 de pins maritimes
Mise en œuvre des mesures	
Limitation de la circulation des engins aux cloisonnements	6 cloisonnements et 3 collecteurs de vidange ont été créés au total (Cf carte ci-après). Longueur totale des cloisonnements : 426m Longueur totale des collecteurs de vidange : 365m
Utilisation d'une tête abatteuse avec bras articulé de 7m	OUI. Mis en œuvre tel que prévu.
Utilisation de pneus basse pression	OUI. Mis en œuvre tel que prévu.
Utilisation d'une voie de vidange unique	La voie de vidange envisagée n'a pas été au final utilisée. L'exploitant a utilisé une autre voie de vidange unique plus pratique pour lui. Afin de préserver les capteurs installés par IRSTEA, la sortie des bois sur la piste ne s'est pas faite à l'endroit prévu mais a été décalée largement à l'amont (Cf carte ci-après).
Protection des cloisonnements par des rémanents	Les rémanents ont été laissés sur les cloisonnements et les collecteurs de vidange. Certains ont été tassés par le poids des engins, d'autres laissés après le passage. Comme demandé, par endroit, les rémanents ont été disposés en chevron seuls ou en renfort des troncs.
Mise en chevron dans les cloisonnements de troncs et/ou de rémanents	Les troncs ont été mis en chevron comme demandé dans les cloisonnements. Afin d'éviter un ruissellement au milieu du cloisonnement, il été mis en œuvre un positionnement en sur-largeur des troncs.

	Seul le cloisonnement en bas de pente, sans pente, ne comporte pas de chevron. Longueur totale des collecteurs de vidange et des cloisonnements dotés de chevrons : 677m Longueur totale du collecteur sans chevron : 114m Espacement entre les chevrons entre 15 et 20m. Estimation du nombre de chevron : entre 45 et 33 chevrons implantés. Estimation du volume de bois utilisé pour mettre des troncs en chevron : 8m3
Préservation d'un rideau d'arbres	En bordure du ruisseau, les arbres n'ont pas été exploités. Estimation des bois non récoltés en bordure de ruisseau : 7m3
Eléments de réalisation	
Eléments favorisant la réussite de l'opération	Un suivi spécifique de cette coupe par le service BOIS de l'ONF, qui a permis la bonne mise en œuvre des mesures proposées. Le conducteur e machine avait déjà mis en œuvre certaines des mesures sur des chantiers similaires en Lozère.
Difficultés rencontrées et solutions apportées	Les troncs des pins étaient d'un diamètre un peu faible pour s'assurer du bon ancrage dans le sol. L'entreprise a gratté superficiellement le sol pour favoriser leur ancrage.
Surcoût lié aux mesures spécifiques	Estimation du surcroît de travail engendré par la mise en place des chevrons et des rémanents d'environ 2.5 €/m3 apparent soit environ 4.5 €/T. = enveloppe de 315 € pour la parcelle 19 Volume de bois abandonnés sur place : Estimation du volume des chevrons : 8m3 de résineux Estimation des bois non récoltés en bordure de ruisseau : 7m3 = soit 15m3 = enveloppe de 300€ Estimation totale du surcoût de l'opération : 600€

Implantation des collecteurs de vidange et des cloisonnements



II. ANALYSE DES RESULTATS

II.1. Analyse des impacts sur le ruissellement et le risque d'inondation - Intégration des résultats avec ceux du lot1 (IRSTEA)

Une première analyse des trois premiers mois du suivi hydrologique de l'IRSTEA a été fournie en mai 2019. Elle expose les difficultés à établir des courbes de tarage des deux dispositifs de mesures de débit, du fait des trop rares épisodes pluvieux qui ont mis en charge les vallons pendant l'expérimentation.

Les données brutes du suivi hydrologique réalisé par l'IRSTEA ont été transmises au lot 2 le 7 octobre 2019. Elles sont jointes en fin de ce rapport.

Un complément d'analyse (ci-après) a été réalisé par T. Tournier, ingénieur RTM sur la base de ces mesures.

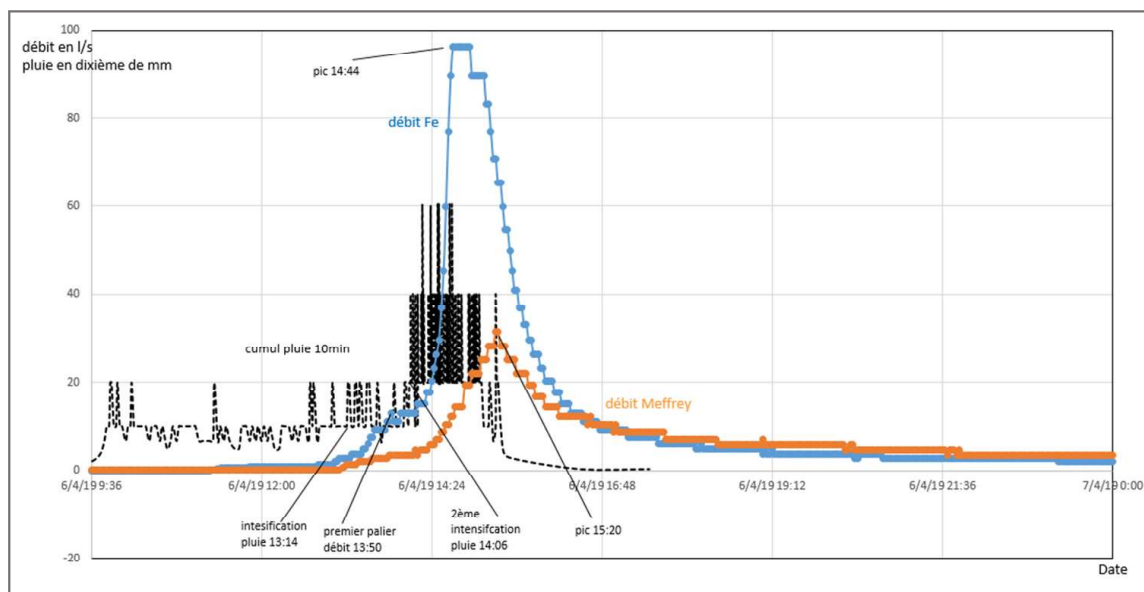
Exploitation des résultats

Pendant la période d'expérimentation, un seul épisode pluvieux a permis de corrélérer la pluie avec la réponse en débit des 2 vallons. Il s'agit de l'épisode du 6 avril 2019, qui est le seul à avoir été assez intense pour avoir mis brusquement les deux vallons en eau. Un cumul de 49 mm en 24 h permet de mesurer un phénomène de ruissellement. Les autres épisodes sont trop faibles et peu intense et n'ont pas déclenché de pic de débit sur les vallons.

Les incertitudes mises en avant par l'IRSTEA sur les courbes de tarage des stations de mesures ne permettent pas de considérer les débits des vallons en valeurs absolues, mais il est possible d'exploiter leur variation relative par rapport au déroulé de la pluie.

Les cumuls de pluies mesurés par le pluviomètre ont été exploités au pas de temps 10 minutes qui paraît être un bon ordre pour mesurer la vitesse d'évolution sur cet épisode pluvieux.

Evolution des pluies et débits en fonction du temps sur l'épisode du 06-04-2018



Déroulé de la pluie

Sur un fond de petites pluies non significatives depuis le début de la journée, une augmentation de la fréquence des petites averses se produit à partir de 13 h 14 (1^{er} palier de pluie évoluant entre 1 et 2mm par tranche de 10 minutes). Puis la pluie devient très soutenue et augmente en quantité à partir de 14 h 06. Ce palier de forte pluie (4 mm par tranche de 10 minutes) est conservé jusqu'à 15h00, heure à laquelle la pluie cesse assez soudainement.

Réponse des vallons

Les vallons répondent par une augmentation progressive du débit jusqu'à un 1er seuil à 13h 50, correspondant au premier palier d'intensification de la pluie. La 2^{ème} intensification de la pluie déclenche un pic de débit dans chacun des vallons, révélateur d'un phénomène de ruissellement généralisé avec concentration des débits dans le bassin versant.

Les deux bassins versants ont une réponse différente en terme de temps d'arrivée du pic de débit (appelé temps de concentration). Suite à la deuxième intensification de la pluie, les temps de concentration sont de 36 minutes pour le Fe et de 72 min pour le Meffrey. C'est une grosse différence pour des bassins versants de géométrie similaire.

Certes le Meffrey est un peu plus allongé, mais les temps de concentration théoriques de ces vallons sont de 35 minutes sur le Fe et 42 minutes pour le Meffrey, en utilisant des formules de calcul tenant compte des paramètres morphologiques de type surface, pente pondérée, altitude moyenne, longueur du chemin hydraulique le plus long.

Cette différence de temps de réponse des deux bassins versant pourrait en partie s'expliquer par la différence d'état de boisement. Le très fort taux de boisement du Meyffrey peut expliquer, en partie, une capacité plus importante que le Fe à tamponner les apports des pluies et à retarder les pics de débits.

Conclusion

L'effet de la coupe de bois réalisée en 2019 sur le débit des vallons n'a pas pu être mesuré, du fait de la trop petite surface de la coupe au regard de la surface des bassins versants instrumentés.

Le phénomène de ruissellement et de concentration des débits n'a pu être mesuré qu'une seule fois pendant le temps de l'expérimentation lors d'une pluie fréquente (période de retour inférieure à 1 an), permettant de visualiser des différences de temps de réponse liés à la géométrie et probablement aussi à la densité du boisement des bassins versants.

La trop faible pluviométrie pendant la période d'expérimentation ne permet pas de tirer de valeurs quantitative de ces influences sur le temps de réponse.

II.2. Analyse d'un point de vue technique

Une visite du 13 septembre 2019, après les pluies du 11 septembre 2019, a été réalisée. Si le sol était encore imbibé d'eau, les ruisseaux ne coulaient pas au niveau des 2 capteurs (ce qu'ont confirmé les mesures). L'eau s'est certainement infiltrée rapidement dans la terre assoiffée.

Cette visite a permis de constater que ces pluies n'avaient pas entraîné de ravinement ni fait bouger de manière visible le matériel entreposé (troncs et rémanents). L'absence de ravinement nous permet d'envisager que les mesures mises en œuvre ont bien fonctionné.

Cependant l'absence de pluies significatives (Cf. analyse ci-dessus) ne nous permet pas de conclure sur l'efficacité réelle de ce dispositif.

Hors cloisonnement

L'absence de pénétration d'engin a permis de préserver le sol de tassement. Le prélèvement de pins (1/3) n'a pas engendré de ravinement visible suite aux pluies.

Dans les cloisonnements

La mise en œuvre du dispositif défini précédemment n'a pas posé de problème technique particulier. En phase réalisation des adaptations ont été apportées :

- Pendant l'exploitation, il est apparu que le volume de rémanents généré par les pins maritimes coupés n'était pas assez important pour permettre un recouvrement intégral des cloisonnements. Priorité a été donné, au moment des travaux, au positionnement des rémanents à l'amont des troncs en chevron pour former un barrage aux eaux pluviales.
- D'autre part, certains troncs disposés en chevron n'adhéraient pas parfaitement au sol. Des vides entre le sol et le tronc sont apparus par endroit. Ces vides pouvaient laisser un passage aux eaux de ruissellement. Afin de pallier ce problème, des rémanents ont été accolés en chevron à l'amont des troncs quand des vides apparaissaient. Si cette manipulation semble positive pour éviter le ravinement, elle a eu pour biais de dénuder les zones de sol à l'amont.
- Pour assurer une meilleure adhérence de certains troncs dans le sol, le conducteur d'engins a « gratté » très superficiellement le sol avec la pelle.
- Une rigole a été créée à l'amont d'un chevron pour faire un renvoi d'eau vers la parcelle exploitée.

En fin d'expérimentation en septembre 2019, il a été constaté que :

- Les troncs laissés en chevron n'ont pas bougé (pas de descente dans la pente).
- Le matériel végétal s'est colmaté à l'aval des troncs. Cette accumulation est venue boucher les espaces entre le sol et les troncs, constatés ci-dessus.
- Lors de la coupe, certaines zones n'avaient pas pu être recouvertes de rémanents (faute de matériel végétal suffisant). Cependant aucun ravinement n'est observé sur ces zones.
- Six mois après la coupe, les petits rémanents commencent à se décomposer.

D'une manière générale, aucun ravinement n'est observé sur l'ensemble des cloisonnements. Supposition peut être faite que l'itinéraire spécifique a permis de l'absorption des eaux pluviales et d'empêcher le ravinement *in situ*. Cependant l'absence de pluies significatives (Cf. analyse ci-dessus) ne nous permet pas de conclure sur l'efficacité réelle de ce dispositif.

II.3. Analyse d'un point de vue économique

Estimation du surcoût d'exploitation

- Estimation du surcroît de travail engendré par la mise en place des chevrons et des rémanents d'environ 2.5 €/m³ apparent soit environ 4.5 €/T.

= enveloppe de 315 € pour la parcelle 19

- Volume de bois abandonnés sur place (tronc en chevron et rideau d'arbres le long du ruisseau) :
 - Estimation du volume des chevrons : 8m³ de résineux
 - Estimation des bois non récoltés en bordure de ruisseau : 7m³
= soit 15m³ = enveloppe de 300€
- Estimation totale du surcoût de la mise en œuvre de l'itinéraire spécifique défini pour l'exploitation forestière de la parcelle 19 : **600€**

Bilan financier de la coupe au 10/10/2019

Nota bene : les montants exacts ne peuvent pas faire l'objet d'une communication, ce qui explique les fourchettes de montant ci-dessous.

La coupe exploitée a fourni 250 stères soit 125m³ (équivalent en poids à 106 tonnes).

- L'exploitation d'un stère est compris entre 10 et 15€/stère => 2500 € et 3750€
- Le prix du transport est compris entre 6 et 10€ la tonne => 636€ et 1060€
 - Coût total de l'exploitation compris entre 3136€ et 4810€
- Le prix de cession du bois est compris entre 40 et 45€ la tonne=> 4240€ et 4770€
Le bois a été valorisé dans la filière bois énergie.

L'exploitation de la coupe a été bénéficiaire pour la commune et ce, malgré les surcoûts engendrés par la mise en œuvre de l'itinéraire spécifique défini ci-dessus.

II.4. Analyse d'un point de vue environnemental et paysager

D'un point de vue environnemental

Nota bene : les résultats du suivi floristique sont précisés dans un rapport spécifique (auteur : M. Garbolino).

Les modalités de la coupe et le suivi spécifique de la réalisation ont permis une préservation de l'environnement :

- Réalisation en période hivernale pour limiter le dérangement sur la faune et l'incidence éventuelle sur les tortues d'Hermann.
- Aucun déchet n'a été laissé sur place.
- Un rideau d'arbres a été préservé en bord de ruisseau, cela contribue à la préservation de la faune et de la flore de cette ripisylve.

Le fait de ne pas laisser les rémanents sur le parterre de coupe mais de les concentrer sur les layons prive cependant la surface exploitée de coupe de biomasse. Il a été mis en évidence précédemment l'importance des rémanents dans la vie du peuplement.

D'un point de vue paysager

- Vision à l'intérieur de la coupe : l'opération a abouti à l'élargissement des layons déjà visibles. L'exploitation a également éclaircie le peuplement sans pour autant entraîner un changement radical du paysage proche.
- Vision depuis l'extérieure à la coupe : un rideau de végétation ayant été conservé conformément au cahier des charges, la visibilité depuis la piste n'a pas évolué.
- Vision lointaine (mamelon voisin) : les cloisonnements déjà présents ont été élargis sans trop marquer le paysage.



Vue lointaine **avant** l'exploitation (Garbolino, 2018)



Vue lointaine **après** l'exploitation (JM Ortolan, ONF, février 2019)

III. ENSEIGNEMENTS ET PERSPECTIVES DE TRANSPOSITION

III.1. Principaux enseignements

Comme vu précédemment dans l'analyse du suivi hydrologique, l'absence de pluies significatives n'a pas permis de conclure sur l'efficacité du dispositif mis en œuvre quant à la préservation des sols et la limitation du ruissellement.

A cela s'ajoute, comme précisé ci-dessus, la faible surface exploitée au regard de la surface des bassins versants. Même en cas de pluies significatives, des conclusions seraient difficilement interprétables.

Parallèlement à cette conclusion mitigée, l'expérimentation nous a appris que :

- Le dispositif mis en place n'a pas posé de problème technique particulier. Il implique un matériel et des engins assez courant dans les exploitations forestières.
- Le volume de rémanents générés par la coupe n'était pas suffisant pour couvrir l'ensemble de la surface des cloisonnements. Ce qui a impliqué des zones de sol restées nues.
- Le surcoût reste limité. La mise en œuvre des travaux n'a pas rendu l'opération sylvicole déficitaire. Cependant il est important de préciser que cela dépend à la fois des coûts d'exploitations mais aussi du prix de vente du bois.

III.2. Recommandations pour la transposition à d'autres territoires

- S'assurer d'une phase d'expérimentation suffisamment longue pour intégrer des épisodes de pluies significatifs.
- S'assurer que les surcoûts de l'itinéraire mis en place ne rendent pas l'exploitation déficitaire.
- S'assurer que le volume des rémanents est suffisant pour recouvrir toute la surface des cloisonnements.
- Intégrer l'ensemble des spécificités de l'itinéraire technique dans un cahier des charges à l'attention de l'exploitant forestier et assurer un accompagnement précis de la coupe.
- Limiter l'exportation des rémanents du parterre de coupe à une fois dans la vie du peuplement, au risque de pénaliser la bonne croissance du boisement.
- Préserver les cours d'eaux par le maintien d'une végétation en ripisylve.

Reportage photographique

LE SITE AVANT L'EXPLOITATION	
	Vue générale du peuplement avant l'exploitation <i>(Garbolino, 2018)</i>
	Dans le peuplement <i>(Cabasse C, ONF, décembre 2018)</i>
	Dans le peuplement <i>(Cabasse C, ONF, décembre 2018)</i>

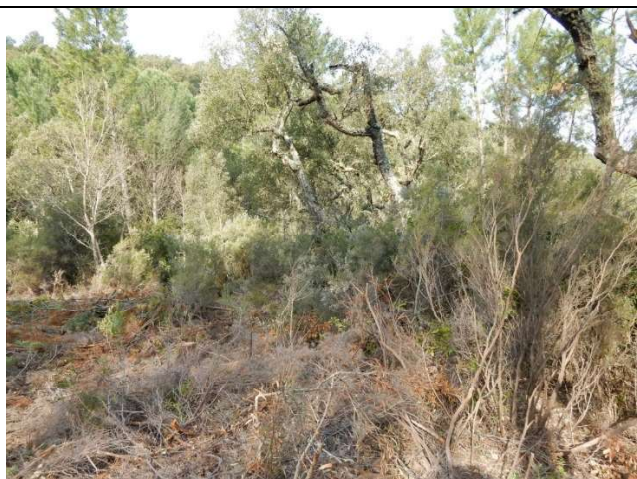
	Les capteurs « IRSTEA » <i>(C.Cabasse, ONF, février 2019)</i>
PENDANT L'EXPLOITATION (février 2019)	
	Tête abatteuse et porteur <i>(JM Ortolan, ONF, février 2019)</i>
	Mise en place des troncs en chevron – Vue depuis la cabine de l'engin <i>(JM Ortolan, ONF, février 2019)</i>
	Cloisonnements en cours de création <i>(JM Ortolan, ONF, février 2019)</i>

	Cloisonnement en fin d'exploitation <i>(JM Ortolan, ONF, février 2019)</i>
	Vue lointaine sur la coupe – Visualisation des cloisonnements après la coupe <i>(JM Ortolan, ONF, février 2019)</i>
	Stockage des 125m3 de bois prélevés <i>(C. Cabasse, ONF, mars 2019)</i>
	Pose de panneau d'information des usagers <i>(C. Cabasse, ONF, mars 2019)</i>

APRES EXPLOITATION (2 mois – visite du 18/04/2019)



Vue générale d'un cloisonnement
(C.Cabasse, ONF, avril 2019)



Arbres préservés en bord de ruisseau
(C.Cabasse, ONF, avril 2019)



Troncs mis en chevron avec vides passages sous les troncs du fait du microrelief
(C.Cabasse, ONF, avril 2019)

	Afin de pallier ces vides sous les pins mis en chevron, des rémanents ont été accolés en chevron à l'amont des troncs. Cette manipulation apparait positive pour éviter le ravinement. Cependant elle a eu pour biais de dénuder les zones de sol encore à l'amont. <i>(C.Cabasse, ONF, avril 2019)</i>
	Répartition des rémanents sur l'ensemble du cloisonnement <i>(C.Cabasse, ONF, février 2019)</i>
	Les rémanents ont par endroit été broyés par le poids des engins <i>(C.Cabasse, ONF, avril 2019)</i>

	Une rigole a été créée à l'amont d'un chevron pour faire un renvoi d'eau vers la parcelle. <i>(C.Cabasse, ONF, avril 2019)</i>
	Espacement des chevrons entre 15 et 20m <i>(C.Cabasse, ONF, avril 2019)</i>
	Sortie des bois sur la piste <i>(C.Cabasse, ONF, février 2019)</i>



Présence de traces de tracks
(équipement des pneus des
engins de chantier)

(C.Cabasse, ONF, février 2019)

APRES EXPLOITATION (8 mois – visite du 13/09/2019)



Vue générale d'un cloisonnement

(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)



Vue générale d'un cloisonnement

(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)

	Vue générale d'un cloisonnement <i>(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)</i>
	Vue générale d'un cloisonnement <i>(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)</i>
	Vue rapprochée du sol : pas de ravinement constaté <i>(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)</i>

	Détail du sol (C.Cabasse, ONF, sept. 2019)
	Accumulation de matériaux à l'amont des troncs mis en chevron Les vides entre le sol et le tronc ont été comblés et font obstacle au ravinement (C.Cabasse, ONF, sept. 2019)
	Accumulation de matériaux à l'amont des troncs mis en chevron (C.Cabasse, ONF, sept. 2019)



Détail de l'accumulation des
branchages et des aiguilles de pin
(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)



Début d'incorporation des petits
branchages au sol
(C.Cabasse, ONF, sept. 2019)

Bibliographie consultée dans le cadre du projet

ADEME, Etude de l'impact du prélèvement des rémanents en forêt (synthèse), 2007
AMI Bois, ADEME, Métropole Rouen Normandie, Les fiches des bonnes pratiques d'exploitations sur la métropole Rouen Normandie, non daté
AUGUSTO Laurent, POUSSE Noémie, LEGOUT Arnaud, SEYNAVE Ingrid, JABIOL Bernard, LEVILLAIN Joseph, <i>INsensé : INDicateurs de SENSibilité des Ecosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse</i> , ADEME, INRA, ONF, 2018
CACOT E. (coord.), EISNER N., CHARNET F., LEON P., RANTIEN C., RANGER J, <i>La récolte des rémanents en forêt</i> . ADEME, Collection « Connaître et agir ». 36 p., 2006
Cambi, M., Certini, G., Neri, F., Marchi, E., <i>The impact of heavy traffic on forest soils: A review</i> . For. Ecol. Manag. 338, 124–138, 2015 https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.11.022
Composante française du projet LIFE « forests for water ». Synthèse des liens Eaux – forêts : Principales préconisations pour l'aide à la décision dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE, 2004
Cosandey Claude, Lavabre Jacques, Martin Claude, Mathys Nicolle. <i>Conséquences de la forêt méditerranéenne sur les écoulements de crue - Synthèse des recherches menées en France</i> . La Houille Blanche - Revue internationale de l'eau, EDP Sciences, 2002
Croke, J., Hairsine, P., Fogarty, P., Runoff generation and re-distribution in logged eucalyptus forests, south-eastern Australia. J. Hydrol. 216, 56–77, 1999 https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00288-1
Elliot, W.J., Effects of Forest Biomass Use on Watershed Processes in the Western United States. West. J. Appl. For. 25, 12–17. 2010 https://doi.org/10.1093/wjaf/25.1.12
FCBA, COPACEL, FORGECO, Exploitation forestière et environnement: les aspects réglementaires ou Comment respecter l'environnement sur un chantier d'exploitation forestière dans le cadre de la législation, 2017
Fiquepron J. (CI\IPF-IDF), <i>Sols forestiers, intégrer les dynamiques</i> , Forêt-entreprise - N° 242 - septembre - octobre 2018
FOCEL, <i>Impact des prélèvements des rémanents en forêts</i> , Information Foret, N°1 2004, Fiche n° 686, 2004
Forêt privée française, <i>Fiche n° 421101</i> , 2003

Forêt Privée Française, France Bois Forêt, CNPF, Protéger et valoriser l'eau forestière : Guide pratique national, réalisé dans le cadre du programme « EAU + FOR », 2014
GALEA Gilles BARBET Denis, Influence de la couverture végétale sur l'hydrologie des crues du BVRE du mont Lozère, Hydrol. continent., vol. 7, n° 1, 1992
Hartanto, H., Prabhu, R., Widayat, A.S.E., Asdak, C., Factors affecting runoff and soil erosion: Plot-level soil loss monitoring for assessing sustainability of forest management. For. Ecol. Manag. 180, 361–374, 2003 https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00656-4
Horn, R., Stress - Strain effects in structured unsaturated soils on coupled mechanical and hydraulic processes. Geoderma 116, 77–88, 2003. https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00095-8
Hutchings, T.R., Moffat, A.J., French, C.J., Soil compaction under timber harvesting machinery: a preliminary report on the role of brash mats in its prevention. Soil Use Manag. 18, 34–38, 2002 https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00047.x
Le Pradet, Expertise hydraulique des bassins versants du massif de la Colle Noire et maîtrise d'œuvre pour la définition et le suivi d'un site pilote sur le bois de Courbebaisse dans le cadre du programme européen MARITTIMO et du projet ADAPT : Fiches d'aménagement de bassin versant pour limiter le ruissellement, EGIS, INTERREG, ADAPT, Février 2018
Les forêts et l'eau : <i>Etude FA Forêts</i> 155, 2005
Martin Claude, Didon-Lescot Jean-François. Influence d'une coupe forestière et du reboisement sur le fonctionnement hydrologique du bassin versant de la Latte (Mont-Lozère, France). Etudes de Géographie Physique, UMR 6012 "ESPACE" - Équipe G.V.E. 2012
MARTY P., P. Bertrand, CNPF Midi-Pyrénées, Projet Gestofor – Phase A, Gestion en forêt privée midi-pyrénéenne favorable à la ressource en eau captée, 2011
Mohr Christian H., Coppus Ruben, Iroumé Andrés, Huber Anton, and Bronstert Axel, <i>Runoff generation and soil erosion processes after clear cutting</i> , JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: EARTH SURFACE, VOL. 118, 814–831, doi:10.1002/jgrf.20047, 2013
Mossadeghi-Björklund, M., Arvidsson, J., Keller, T., Koestel, J., Lamandé, M., Larsbo, M., Jarvis, N., <i>Effects of subsoil compaction on hydraulic properties and preferential flow in a Swedish clay soil</i> . Soil Tillage Res. 156, 91–98, 2016 https://doi.org/10.1016/j.still.2015.09.013
ONF (Direction territoriale de Franche-Comté), Préconisations techniques pour l'exploitation et la conversion des peuplements forestiers allochtones en bordure des ruisseaux, Action A6-2005-2-10, Ruisseaux de têtes de bassins et faune patrimoniale associée, LIFE04NAT/FR/000082, Sept. 2009

ONF DT Méditerranée, pôle DFCI, <i>Le comportement du feu de forêt</i> , 2012
ONF, CTBA, Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt, Chantiers de démonstration, 2006
ONF, Entrepreneurs des territoires, Praticols Guide sur la praticabilité des parcelles forestières, 2017
ONF, Note de service Nds-09-T-297, Travaux sylvicoles ou d'exploitation et protection des sols, 2009
ONF, RDV techniques n° 19 - hiver 2008 Dossier : Exploitation respectueuse des sols : ▪ Positionnement de l'ONF pour une exploitation respectueuse des sols (Jean-Michel Mourey) ▪ Observatoire des impacts de l'exploitation forestière (Emmanuel Cacot) ▪ Organisation des chantiers d'exploitation forestière « traditionnels » (Emmanuel Cacot) ▪ Des systèmes complémentaires existent (Didier Pischedda, Michel Bartoli et Jean-Luc Chagnon) ▪ Analyse économique des coûts d'exploitation d'un chantier (Max Bruciamacchie, Sandrine Costa, Lisette Ibanez) ▪ Évolution des systèmes de mobilisation et protection du sol (Didier Pischedda)
ONF, <i>RDV techniques n° 22</i> - automne 2008 Dossier : La forêt et l'eau ▪ Gestion de l'eau : quels enjeux pour la forêt et les forestiers ? (Vincent Pereira et Olivier Ferry) ▪ Quelles questions se pose-t-on encore au sujet du lien entre couvert forestier et hydrologie ? (Vazken Andréassian) ▪ Quel peuplement pour quelle protection des eaux souterraines ? Entre idées reçues et faits démontrés (Robert Jenni) ▪ Les méthodes d'évaluation économique des services rendus par la forêt pour la production d'eau potable (Julien Fiquepron) ▪ Deux exemples de gestion forestière pour l'eau potable : Rennes (35) et Masevaux (68) (Daniel Helle, Jean de Marin de Carranrais, Vincent Pereira et Julien Fiquepron) ▪ Le boisement, un bienfait pour l'eau en Bretagne (François Aureau) ▪ Gestion forestière et eau potable – Quelques exemples à travers le monde (Catherine Deck) ▪ Alsace : inventaire de l'eau sous tous ses aspects en milieu forestier (Julien Prinnet)
ONF, Règlement national des travaux et services forestiers (RNTSF), 2012
ONF, Règlement national d'exploitation forestière (RNEF), 2008
Page-Dumroese, D.S., Jurgensen, M., Terry, T., <i>Maintaining Soil Productivity during Forest or Biomass-to-Energy Thinning Harvests in the Western United States</i>. West. J. Appl. For. 25, 5–11, 2010 https://doi.org/10.1093/wjaf/25.1.5

Paquet J., Groison V, Guide des saines pratiques d'intervention en forêt privée, Syndicat des producteurs de bois du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Fédération des producteurs de bois du Québec, non daté.
PEFC France, Règles de la gestion forestière durable – Exigences pour la France métropolitaine, 2017
PISCHEDDA D. (Coord), BARTOLI M., BRETHES A., CACOT E.,CHAGNON JL, GAUQUELIN X., NICOLAS M., RICHTER C. <i>Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt «PROSOL» - Guide pratique</i> . FCBA, ONF. 110 p, 2009
Projet RESOBIO, Gestion des rémanents forestiers : préservation des sols et de la biodiversité, MAAF, ADEME, GIP ECOFOR, 2014
SylvaMed, WORKING REPORT ON ECOSYSTEM SERVICES THAT MEDITERRANEAN FORESTS PROVIDE IN THE WATER ISSUE, 2012
Syndicat mixte du ScoT des Vosges Centrales, Prévenir les risques d'inondations liés au ruissellement des eaux pluviales sur le territoire du ScoT des Vosges Centrales – Synthèse, non daté
Tisserand F, Services rendus par les écosystèmes forestiers et scénarios de valorisation au profit des propriétaires, Le cas des services liés à l'eau, stage AgroParistech, 2011
Vennetier M., Ladier L., Rey F., <i>Le contrôle de l'érosion des sols forestiers par la végétation face aux changements globaux</i> , Revue Forestière Française, Ecole nationale du génie rural, LXVI (4), 2014
Wilson Cathy J., <i>Effects of logging and fire on runoff and erosion on highly erodible granitic soils in Tasmania</i> , CSIRO Land and Water, Canberra, Australian Capital Territory, Australia, WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 35, NO. 11, PAGES 3531-3546, 1999

Suivi hydrologique – IRSTEA – octobre 2019

Vallon du Fé

Tarage	Date	Hauteur	Débit	Validité
FE_1	05/02/2019 12:51	13	0.457	V
FE_1	01/03/2019 05:49	10	0.00891	V
FE_1	03/03/2019 12:59	4	0	V
FE_1	04/03/2019 13:33	6	0	V
FE_1	04/03/2019 19:29	3	0	V
FE_1	06/03/2019 13:51	0	0	V
FE_1	08/03/2019 11:29	0	0	V
FE_1	08/03/2019 23:15	3	0	V
FE_1	03/04/2019 14:05	0	0	V
FE_1	03/04/2019 16:29	9	0	V
FE_1	03/04/2019 18:07	9	0	V
FE_1	03/04/2019 20:21	14	0.816	V
FE_1	03/04/2019 22:51	11	0.0708	V
FE_1	04/04/2019 04:39	12	0.214	V
FE_1	05/04/2019 17:36	2	0	V
FE_1	06/04/2019 10:48	2	0	V
FE_1	06/04/2019 12:00	5	0	V
FE_1	06/04/2019 12:26	13	0.457	V
FE_1	06/04/2019 14:00	15	1.30224	V
FE_1	06/04/2019 14:50	24	13.0781	V
FE_1	06/04/2019 15:18	25	15.3571	V
FE_1	06/04/2019 15:30	30	30.1679	V
FE_1	06/04/2019 15:42	43	138.676	V
FE_1	06/04/2019 15:56	43	138.676	V
FE_1	06/04/2019 17:22	24	13.0781	V
FE_1	06/04/2019 20:04	18	3.64068	V
FE_1	08/04/2019 04:52	13	0.457	V
FE_1	10/04/2019 16:10	13	0.457	V
FE_1	10/04/2019 16:22	16	1.92842	V
FE_1	10/04/2019 17:24	18	3.64068	V
FE_1	10/04/2019 19:46	13	0.457	V
FE_1	12/04/2019 17:06	12	0.214	V
FE_1	12/04/2019 18:46	14	0.816	V
FE_1	12/04/2019 19:20	20	6.02707	V
FE_1	12/04/2019 20:42	19	4.74533	V
FE_1	12/04/2019 21:16	25	15.3571	V

Tarage	Date	Hauteur	Débit	Validité
FE_1	12/04/2019 22:36	19	4.74533	V
FE_1	13/04/2019 01:02	16	1.92842	V
FE_1	16/04/2019 10:20	13	0.457	V
FE_1	24/04/2019 08:00	14	0.816	V
FE_1	24/04/2019 09:38	17	2.70469	V
FE_1	24/04/2019 10:10	15	1.30224	V
FE_1	24/04/2019 10:58	23	11.0123	V
FE_1	24/04/2019 12:10	18	3.64E+00	V
FE_1	24/04/2019 15:20	14	0.816	V
FE_1	24/04/2019 23:02	12	0.214	V
FE_1	14/05/2019 13:50	10	0.00891	V
FE_1	16/05/2019 13:30	9	0	V
FE_1	16/05/2019 19:22	6	0	V
FE_1	18/05/2019 12:56	8	0	V
FE_1	20/05/2019 17:52	3	0	V
FE_1	22/05/2019 06:56	3	0	V
FE_1	22/05/2019 19:32	0	0	V
FE_1	03/06/2019 10:00	0	0	V
FE_1	03/06/2019 13:38	3	0	V
FE_1	04/06/2019 08:34	0	0	V
FE_1	04/06/2019 13:42	3	0	V
FE_1	04/06/2019 23:54	-1	0	V
FE_1	05/06/2019 13:06	2	0	V
FE_1	06/06/2019 03:40	-1	0	V
FE_1	06/06/2019 13:18	2	0	V
FE_1	06/06/2019 21:16	-1	0	V
FE_1	10/06/2019 13:14	2	0	V
FE_1	11/06/2019 00:14	-1	0	V
FE_1	12/06/2019 08:28	-1	0	V
FE_1	12/06/2019 13:12	2	0	V
FE_1	25/06/2019 08:14	-1	0	V
FE_1	25/06/2019 12:30	0	0	V
FE_1	25/06/2019 12:40	1	0	V
FE_1	25/06/2019 12:42	10	0.00891	V
FE_1	27/06/2019 14:22	10	0.00891	V
FE_1	27/06/2019 23:00	7	0	V
FE_1	01/07/2019 14:12	9	0	V
FE_1	02/07/2019 21:42	6	0	V
FE_1	06/07/2019 15:52	8	0	V
FE_1	07/07/2019 01:24	5	0	V
FE_1	14/07/2019 13:50	6	0	V
FE_1	16/07/2019 06:46	3	0	V
FE_1	20/07/2019 13:50	5	0	V

Tarage	Date	Hauteur	Débit	Validité
FE_1	20/07/2019 21:32	2	0	V
FE_1	29/07/2019 13:24	3	0	V
FE_1	30/07/2019 02:48	0	0	V
FE_1	01/08/2019 10:08	0	0	V
FE_1	01/08/2019 10:10	9	0	V
FE_1	01/08/2019 13:08	10	0.00891	V
FE_1	03/08/2019 13:30	10	0.00891	V
FE_1	03/08/2019 20:50	7	0	V
FE_1	07/08/2019 13:14	9	0	V
FE_1	08/08/2019 06:30	6	0	V
FE_1	12/08/2019 13:12	8	0	V
FE_1	12/08/2019 20:38	5	0	V
FE_1	15/08/2019 13:14	7	0	V
FE_1	17/08/2019 09:36	4	0	V
FE_1	21/08/2019 13:12	6	0	V
FE_1	21/08/2019 23:10	3	0	V
FE_1	25/08/2019 12:52	5	0	V
FE_1	26/08/2019 19:46	2	0	V
FE_1	31/08/2019 02:18	1	0	V
FE_1	08/09/2019 12:38	2	0	V
FE_1	09/09/2019 05:24	-1	0	V
FE_1	26/09/2019 10:40	0	0	V

Vallon du Meffrey

Tarage	Date	Hauteur	Débit	Validité
MEFFREYII_1	05/02/2019 12:52	14	0.879	V
MEFFREYII_1	28/02/2019 10:30	15	1.35056	V
MEFFREYII_1	28/02/2019 11:00	12	0.272	V
MEFFREYII_1	07/03/2019 03:30	14	0.879	V
MEFFREYII_1	08/03/2019 11:36	11	0.112	V
MEFFREYII_1	23/03/2019 07:48	13	0.523	V
MEFFREYII_1	23/03/2019 17:44	10	0.0277	V
MEFFREYII_1	26/03/2019 09:00	12	0.272	V
MEFFREYII_1	02/04/2019 20:00	8	0	V
MEFFREYII_1	03/04/2019 14:38	9	0.879	V
MEFFREYII_1	03/04/2019 21:00	11	0.112	V
MEFFREYII_1	03/04/2019 21:28	14	0.879	V
MEFFREYII_1	04/04/2019 15:54	10	0.0277	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 13:06	11	0.112	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 14:06	12	0.272	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 14:22	16	1.94811	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 15:12	18	3.55934	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 16:20	31	31.5223	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 17:12	24	12.3114	V
MEFFREYII_1	06/04/2019 19:26	20	5.78272	V
MEFFREYII_1	07/04/2019 04:34	16	1.94811	V
MEFFREYII_1	09/04/2019 10:46	16	1.94811	V
MEFFREYII_1	10/04/2019 13:34	13	0.523	V
MEFFREYII_1	10/04/2019 16:34	14	0.879	V
MEFFREYII_1	10/04/2019 16:44	17	2.68138	V
MEFFREYII_1	10/04/2019 18:28	14	0.879	V
MEFFREYII_1	12/04/2019 17:24	13	0.523	V
MEFFREYII_1	12/04/2019 20:34	16	1.94811	V
MEFFREYII_1	12/04/2019 21:04	19	4.59045	V
MEFFREYII_1	13/04/2019 03:00	19	4.59045	V
MEFFREYII_1	14/04/2019 19:34	14	0.879	V
MEFFREYII_1	21/04/2019 22:20	12	0.272	V
MEFFREYII_1	22/04/2019 23:52	15	1.35056	V
MEFFREYII_1	24/04/2019 07:48	14	0.879	V
MEFFREYII_1	24/04/2019 11:10	18	3.55934	V
MEFFREYII_1	24/04/2019 15:54	14	0.879	V
MEFFREYII_1	28/04/2019 22:32	12	0.272	V
MEFFREYII_1	28/05/2019 15:36	10	0.0277	V
MEFFREYII_1	30/05/2019 19:08	1	0	V
MEFFREYII_1	04/07/2019 17:56	3	0	V

Tarage	Date	Hauteur	Débit	Validité
MEFFREYII_1	01/08/2019 10:00	0	0	V
MEFFREYII_1	01/08/2019 10:48	3	0	V
MEFFREYII_1	07/08/2019 20:30	3	0	V
MEFFREYII_1	11/09/2019 12:00	-1	0	V
MEFFREYII_1	11/09/2019 12:12	3	0	V
MEFFREYII_1	14/09/2019 19:04	3	0	V
MEFFREYII_1	26/09/2019 10:30	0	0	V